



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

### Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

### About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>









A  
20-5-15

THE  
LIBRARY  
OF THE  
UNIVERSITY OF  
TORONTO

1900  
1901  
1902  
1903  
1904  
1905  
1906  
1907  
1908  
1909  
1910  
1911  
1912  
1913  
1914  
1915  
1916  
1917  
1918  
1919  
1920  
1921  
1922  
1923  
1924  
1925  
1926  
1927  
1928  
1929  
1930  
1931  
1932  
1933  
1934  
1935  
1936  
1937  
1938  
1939  
1940  
1941  
1942  
1943  
1944  
1945  
1946  
1947  
1948  
1949  
1950  
1951  
1952  
1953  
1954  
1955  
1956  
1957  
1958  
1959  
1960  
1961  
1962  
1963  
1964  
1965  
1966  
1967  
1968  
1969  
1970  
1971  
1972  
1973  
1974  
1975  
1976  
1977  
1978  
1979  
1980  
1981  
1982  
1983  
1984  
1985  
1986  
1987  
1988  
1989  
1990  
1991  
1992  
1993  
1994  
1995  
1996  
1997  
1998  
1999  
2000  
2001  
2002  
2003  
2004  
2005  
2006  
2007  
2008  
2009  
2010  
2011  
2012  
2013  
2014  
2015  
2016  
2017  
2018  
2019  
2020  
2021  
2022  
2023  
2024  
2025

**BIBLIOTECA UCM**



**5306474717**



**FACULTAD DE DERECHO**

**Biblioteca •**

**Ej. Consulta en Sala  
Excluido de préstamo  
(201)**

R. d. : 104.881

D (FA)

INSTITUTIONUM 50.083

# ELEMENTARIUM

PHILOSOPHIAE

AD USUM STUDIOSE JUVENTUTIS

AB ANDREA DE GUEVARA

ET BASOAZABAL,

GUANAXUATENSI PRESBYTERO.

TOMUS QUARTUS,

COMPLECTENS

PHYSICAM PARTICULAREM.



MATRITI:

R. d.

Ex Typographia LEONIS AMARITAE.

1827.



1970-1971

X 531833673

RECEIVED

PHOTOGRAPH

ABADIA DE GUARA

ET BISCAYANA

CELESTIAL PRESS

TOWN OF

CHURCH

PHYSICIAN PARTICIPATION



MATTHEW

Is Typograph

# PHYSICAE PARTICULARIS

## PROLEGOMENA.

**D**ICTUM est de universo mundo: dictum est etiam de sideribus, ut jam propemodum appareat multitudo rerum » quasi universalibus subjecta legibus, quibus universa natura administretur. Nunc ad peculiare naturas contemplandas descendere oportet, ut ex « naturis his, ex quibus omnia constant, sursum, deorsum, ultrò, citròque commeantibus, mundi partium conjunctio contineri, ostendatur (de Nat. D. I. 2). » Ex quo magnus ille animi foetus existet, in cognitione rerum positus, et in explicatione naturæ. Quo tandem igitur gaudio affici necesse est hominis animum cum his habitantem, pernoctantemque curis? Ut, quum totius mundi motus, conversionesque perspexerit, sideraque viderit innumerabilia coelo inhaerentia cum ejus ipsius motu congruere certis infixis sedibus; octo alia suos quæque tenere cursus, multum inter se aut altitudine aut humilitate distantia, quorum vagi motus, rata tamen et certa sui cursus spatia definiant. Horum nimirum adspectus impulit illos veteres, et admonuit, ut plura quærent. Inde est indagatio nata initiorum, et tanquam seminum, unde essent omnia orta, generata, concreta: quæque cujusque generis vel inanimi vel animantis, vel nutu, vel loquentis origo: quæ vita, qui interitus, quæque ex alio in aliud vicissitudo, atque mutatio: unde terra, et quibus librata ponderibus, quibus cavernis maria

sustineantur; in qua omnia delata gravitate medium mundi locum semper expectant, qui est idem infimus in rotundo.

Hæc tractanti animo, et noctes et dies cogitanti, existit illa præcepta cognitio, ut ipsa se mens cognoscat, conjunctamque cum divina mente se sentiat, ex quo insatiabili gaudio compleatur. Ipsa enim cogitatio de vi et natura rerum à *Deo mirabili æconomia disposita* studium incendit illius æternitatis imitandæ: neque se in brevitate vitæ collocatam putat, quum rerum causas alias ex aliis aptas, et necessitate *consequente* nexas videt. «Hæc ille intuens atque suspiciens, vel potius omnes partes orasque circumspiciens, quanta rursus animi tranquillitate humana et ceteriora considerat? Hinc illa cognitio virtutis existit: efflorescunt genera, partesque virtutum: invenitur, quid sit, quod natura spectet extremum in bonis, quod in malis ultimum, quo referenda sint officia, quæ degendæ ætatis ratio deligenda. Quibus et talibus rebus exquisitis hoc vel maxime efficitur, quod hac studiorum ratione agimus, ut virtus ad beatè vivendum sit se ipsa contenta.» Tusc. 5, c. 24, et seq.

Verum ut recto ordine procedamus, ab universalioribus ad magis contracia descendemus: quare primum de luce, quæ per omnem ferè naturam pervagatur; deinde ad aerem, qui ad fontem lucis propius accedit; postea ad ignem, cujus principia à luce et aere derivantur, è quibus ad aquam, terram, atque ad ea, quæ ab ipsa educantur, plantas, animalia denique gradum faciemus.

---

# DISSERTATIO I.

## DE LUMINE,

---

### CAPUT PRIMUM.

#### DE NATURA LUMINIS.

##### §. I.

##### *De Luminis substantia ac propagatione.*

**I** Lucis nomine substantiam intelligimus, cujus præsentia corpora ob oculos posita nobis conspicua fiunt, illaque absente, è nostro conspectu eripiuntur, perinde ac si non adessent. Verum ante omnia, corpora *lucida*, *opaca*, *diaphana* distinguere oportet. Lucidum est corpus, si luminis radios è sua substantia undique diffundat. Opaca vocamus corpora, quæ in sua superficie recipiunt lumen, illudque remittunt, quin eodem intrinsecus clarescant. Contra verò corpus diaphanum substantiam lucis imitatu, quasi ab ea intimè penetratum, totumque pellucidum tempore illustrationis apparet; qua cessante, velut corpora opaca invisibile redditur. Lucis radius est linea illa tenuissima particularum, seu vibrationum ab objecto lucente ad oculum propagata: quæ si à corpore lucido linea recta proveniat, erit ra-



dius *directus*: sin verò prius in opacum incidat, ac ab eo ad polum transmittatur, radius erit *reflexus*. Radios *convergentes* appellamus, qui ab eodem corpore lucido profecti, magis ac magis invicem accedunt: *divergentes* contra, qui continenter recedunt; *paralleli* ubique eamdem distantiam observant, saltem ad sensum.

2 Sunt, qui lucem à lumine distinguant, vocabulo lucis eam qualitatem intelligentes, qua corpus lucidum redditur; lumen autem appellant emissionem illam à corpore lucido profectam, quaquaversus propagatam, atque à corporibus opacis reflexam, vi cuius omnia illuminantur, et conspicua nobis fiunt. Nos utrumque nomen tamquam synonymum usurpabimus, nullo discrimine utrumque adhibentes. Fuerunt, qui lucem velut substantiam quamdam mediam inter corpus, et spiritum ducerent, aut veluti spiritalem quamdam naturam conciperent; quod quantum à recta ratione aberret, sequentia luculenter ostendent. Neque enim médium inter corpus et spiritum, seu rem immaterialem inveniri posse, res est manifesta: ceterum etiamsi hoc daretur, lucem esse verum corpus ex sequente prop. patebit.

3 Prop. I. «Lumen est verum corpus, veluti ceteræ substantiæ materiales, quæ in regno corporeo comprehenduntur.» Prob. Lux sensus nostros afficit, modificat, in corpora agit, ab ipsis afficitur, congregatur, disjungitur, cetera; ergo est verum corpus: *tangere enim et tangi nisi corpus nulla potest res, ut*

fest vulgatissimum inter philosophos axioma. Antecedentis probationes tot allegabimus, quot propositiones, phaenomena, experimenta in sequentibus producemus: quare nihil est, quod in re adeo perspicua diutius immoremur. Lux quidem corpus tenuissimum est; attamen corpus, ut est aer, ceteræque materiæ in exilissimas particulas dilutæ.

4 Prop. II. "Lucis propagatio instantanea non est, sed successiva; etiamsi celeritate maxima ac penè incredibili hæc transmissio fiat." Prob. Astronomorum observationibus ex eclipsibus jovialium satellitum constanter animadvertitur, præsertim in intimo satellite, cujus immersiones, ac emersiones in umbram planetæ primarii frequentissimæ sunt; Jove in perigæo existente, discrepare ab ipso in apogæo versante immersiones per horæ quadrantem à tempore, quo notantur in tabulis Cassinianis, in quibus nulla fuit habita ratio propagationis successivæ luminis: qua computata, mirabilis consensio inter prædictionem et eclipses observatur. Itaque de successiva propagatione luminis locus dubitandi amplius non est: nam quum locus apogæi à loco perigæi distet per totam annuæ orbitæ diametrum, ab uno ad alterum punctum horæ quadrantem lumen impendat, necesse est; quod non contingeret, si instantanea foret lucis propagatio: tum enim eo momento, quo satellites immergitur, aut emergit, observaretur ejus immersio, aut emersio, quocumque demum orbitæ puncto contingeret, ut res ipsa docet.

5. Corol. 1. Propagatio lucis à sole ad terram ferè octo minutis, aut septem cum dimidio ex prædicta observatione fieri deducitur. Nam sol collocatus est in centro orbitæ annuæ, aut parum ab ipso remotus, computata excentricitate illius à centro ellipsis; quare si in percurrenta integra diametro lux quadrantem horæ impendit, in illius semidiametro peragrandæ dimidium temporis impendet, seu minuta septem cum dimidio. Idcirco solem orientem et obeuntem post octo ferè minuta videmus, qui desertus in oriente compensatur à tempore, quo in occidente ejus lumen compareret; unde ex hoc capite nullum detrimentum accipimus.

6. Corol. 2. Quam motus luminis æquabilis sit, idem tempus in percurrento quolibet æquali spatio insumet: quomobrem distantia stellarum à nobis, quam per distantiam nostram ab sole computamus, dabit tempus, quo talis fixa, puta syrius, lucem suam ad nos transmittit. Ponatur distantia syrii à tellure esse 400,000 semidiametris orbitæ, seu distantie solis à tellure æqualis: multiplicato hoc numero per 8, prodit 3,200,000 minut. sive horæ 53,333, quæ componentur 222 dies, seu ferè sex annos, ut lucem à syrio ad nos transmissam videamus ex Euleri calculo. Unde Adamus, nisi Deus miraculo novo stellas conspicuas in momento suæ creationis reddidisset, celeritatem luminis augendo, easdem tunc videre non potuit. Verum assumpta Maskelini opinione (Phys. Gen. 496) syrio concedentis annuam pa-

rallaxim 15<sup>1</sup>/<sub>2</sub> sec. syrius tantum à nobis distabit 27,500 semidiametris orbis annui, quod dies 143<sup>1</sup>/<sub>4</sub> requirit ad luminis è syrio ad nos propagationem. Imò Boschovichius etiam pro his stellis, quæ nulla parallaxi annua insigniuntur, tres annos circiter ad luminis propagationem requirit. Quam diversitatem supputationum à numero semidiametrorum, qui in calculo assumitur, provenire, perspicuum est. Ceterum, ut ipse Boschovichius notat, si Deus miraculo fixarum remotissimarum lumen statim ad terram non adduxit, fieri posset ut post sex annorum millia videri inciperent, et haberentur pro stellis novis.

7 Corol. 3. Propagatio lucis sive ab stellis, sive à sole, sive à planetis reflexa, aut ab igne producta consideretur, eodem temporis spatio fit; quin ulla ratio aut experimentum contrarium evincat. Quare tutò propositionis assertum ad omne genus propagationis luminis extendere possumus, nullo habito respectu ad ignem terrestrem, aut coelestem. Quantum enim hactenus de propagatione lucis artificiosè à nobis excitata experimentis tentatum fuit, mirè consentit cum celeritate lucis solaris; ut quotidie in explosione tormentorum bellicorum observatur, quorum incendium plura secunda ante fragorem conspicitur; momento scilicet, quo editur conflagratio.

8 Corol. 4. Posita horizontali solis parallaxi 10<sup>1</sup>/<sub>2</sub> secundorum, sive distantia solis à tellure 20,000 semidiametris terrestribus æquali, lumen singulis semiquadrantibus percurrit spa-



tium æquale 20,000 semidiametris terrestribus, quarum singulæ 4000 milliaria comprehendant: unde intra tempus 450 secund. percurrit milliaria 80,000,000; quod pro quolibet minuto secundo dat 177,777 milliaria cum aliquo residuo, ut per regulam auream instituenti proportionem patebit. Quod si hæc distantia assumpta justo minor fuerit, lucis pernecitas adhuc major deducetur.

## S. II.

### *De natura luminis.*

9 Maxima inter Physicos dissensio exoritur in definienda natura lucis, et modum ejusdem emissionis exponendo. Quidam putarunt esse accidens quoddam absolutum à luminoso corpore productum, diaphana corpora permeans. Cartesius mundum replens materia subtili secundi sui elementi, eam ait à corpore lucido excitari, ac per contiguitatem globulorum sensationem luminis ad nos transmittere, veluti si inter oculum et solem quædam series globulorum intercederet, quæ ab intestino motu corporis solaris accensi continuis pulsibus agigaretur, ex quo sensatio lucis et corporum ab ipsa illuminatorum momento temporis oriatur. Newtonus antiquam Democriti, Epicuri, aliorumque sententiam de particulis igneis ac lucidis è corpore ignito effluentibus, atque ad nos transmissis propugnavit,

cujus opinionem amplexati Newtoniani omnes, lumen emanationem esse à corpore lucido circumquaque diffusam, maxima ut fit contentione tuentur. Aliam viam tenent Hauserus, Monteiurus, ac Eulerus, cum quibus ferè consentit Ludenna: lucem ætherem esse purissimum asserentes, actione corporum ignitorum agitatam, cujus ope corpora opaca inclarescant, ut fusius infra exponetur. Quid nos? Sequentibus propositionibus, quæ similia verò putamus, exponemus.

10 Prop. I. «Sententia Cartesii, globulorum materiam secundi elementi pro luce intrudentis, gravissimis difficultatibus opprimitur.» Nam 1. lucis propagatio successiva est, atque octo ferè minutis à sole ad nos descendit. Cartesius autem instantaneam illam esse asserit: ergo ex hoc capite jam corruiť ejus opinio. 2. Cartesius globulos perfectè duos ponit, nullumque vacuum in natura admittit; quod evidenter falsum esse ipsa lucis subtilissimæ, elasticæ, ac rarissimæ natura ostendit. 3. Illuminatio, etiam absente sole, per universam superficiem terræ ac planetarum extenderetur, quum actio solis vibrationes suas exercentis in globulos ad omnia latera extendatur, atque adeò etiam ad partem ubi sol præsens non est, illuminatio extendi deberet. Sanè natura fluidorum hæc constanter observatur, ut in pressione quaquaversus actionem suam diffundant (Phys. Gen. 316): quare premente globulos corpore lucido, illuminatio non tantum linea recta, ut nunc fit, sed in omnem, ut ajunt,

sensum fieri deberet; ob idque continenter à sole illuminaremur: quod si foret, plena luce cœcutiremus, ut nocte fit.

II Prop. II. «Emanationis systema non levioribus urgetur difficultatibus, quidquid pro illis emolliendis tentaverint Newtoniani.» Si sol, inquit Eulerus, continenter quaquaversus torrentes materiæ luminosæ magno impetu diffunderet, qui prodigiosam illam rapiditatem imprimeret, solis materia brevi tempore exhauriri debuisset, aut certè quædam in corpore solari diminutio observaretur; quod experientiæ constanti adversatur. Fons quidem perennis aquam quaquaversus effundens, eo celeritus siccaretur, quo majore impetu aquas emitteret, non aliter portentosa illa celeritas, quæ sol radios suos jaculatur, brevi tempore ipsum consumere debuisset. Neque juvat raritatem lucis radiorum pro libito augere: systema enim æquè repugnans invenietur. Minus etiam dici potest, hanc emanationem non fieri ab omnibus disci solaris partibus, neque secundum omnes directiones: in quocumque enim loco sinus, integrum solem videmus, quod perspicuè ostendit, ejus radios ex singulis circumferentiæ punctis ad oculum evibrari. Quamobrem hæc lucis emanatio valdè diversa est ab effluxu fontis versus omnem plagam aquas projicientis. Hic enim jactus aquæ egreditur ex hoc puncto, ut ad aliud punctum dirigatur, neque ex eodem foramine diversi jactus proficiscuntur; quum in sole ex quolibet superficiæ puncto infiniti ferè radii versus omnes plagas diffundantur: quod

tantum sufficeret ad solis materiam in immensum dissipandam.

12 Verum est et aliud maximum inconveniens, quod quidem levioris momenti certè non videtur; nimirum radios lucis non tantum sol, verum stellæ etiam innumera continenter ejaculantur: quumque versus omnem plagam ferantur, quoniam impetu se se non protrudent? quanto etiam directionem mutabunt? Hæc quidem radiorum decussatio in omnibus corporibus luminosis, quæ simul concipiuntur, locum obtinet; et nihilominus quodlibet cernitur distinctè, nullumque ab aliis capit detrimentum: quod perspicuè ostendit, plures radios per idem punctum posse transire, quin distraherentur, quod cum emanationis systemate conciliari non posse videtur. Et quidem si duo aquæ jactus invicem collidunt, à directione propria flectuntur: ex quo id perspicuè descendit, motum radiorum lucis prorsus differre à motu jactuum aquæ, aut alterius materiæ ejaculatæ. Huc adde, quod si corpora diaphana consideremus, per quæ radii luminis liberè quaquaversus permeant, hujus systematis propugnatores sustinere coguntur, ipsorum poros ad lineam rectam esse dispositos, quæ è singulis superficiei punctis secundum omnes permeant directiones: quoniam nulla est linea, per quam non transeant radii solares summa velocitate, quin obstaculum offendant. Quod quidem spongiosa admodum fecere corpora diaphana, quum valde solida esse nobis constet. Denique ut visio in nobis perficeretur,



opus esset, ut radii ea celeritate in oculos impingerent, ipsorumque substantiam penetrarent, quæ objecta contemnerent: quodd nescio, an illasa pupilla fieri possit. Quæ omnia incommoda satis ostendunt emanationis systema in natura rerum locum habere non posse; et quod mirandum magis est, insistit Eulerus, illud ab homine adeo insigni inventum fuisse, atque à tot illustribus Philosophis adoptatum. Verum jam Tullius notaverat, nullum esse absurdum, quod à philosophis non sustineatur. Quod ad me attinet, parum in philosophicis profecisse fateri non erubescō, qui hujusmodi opinamentum non amplector. *Epist. philos. tom. i. Epist. 17.*

13 Deinde epistola sequente exponit Eulerus, quatenam fuerit potissima ratio, quæ Newtonum impulit, ut systema emanationis adoptaret. Cartesius quidem, ut suam opinionem sustineret, totum cœlum materia subtili implere debuit, intra quam et cujus impulsu omnia cœlestia corpora moverentur. Verum vorticum commentum cum Newtoni principis minime cohererebat, et quæcumque materia etiam fluidissima interponatur, quamvis resistantiam motui planetarum opponere debebat, quæ ipsum retardaret. Unde satis judicavit omne spatium perfecte vacuum statuere, ut suis planetis liberrimus esset motus, cujus veras leges mira ingenii dexteritate statuerat. Enimvero ex emanationis systemate contrarium prorsus eruitur, spatia minus cœlestia pleniora esse, quam si materia subtili Cartesii compleantur.

Nam non à sole modo immensi luminis torrentes quaquaversus continenter effunduntur, verum ab innumeris etiam stellis eadem celeritate radii luminis ejaculantur, ac versus omnes plagas diversissimis directionibus feruntur. Moles igitur planetarum spatia cœlestia transmeando, materiam luminosam offendunt maxima agitatione quassatam, quæ ipsorum motus magis turbare debet, quam alia materia nulla concussione commota. Unde allatæ hactenus rationes, concludit Eulerus, ad rejiciendum hujusmodi absconnam emanationis systema nos compellunt, quæcumque sit auctoritas philosophi, qui ipsam continavit. Magnum quidem ingenium Newtoni, atque adeo ex sublimioribus, quæ etiamnum orbis inspexerit, ipsiusque scientiam arcanorum naturæ profunda penetratione insignitam, et nos et omnis ventura posteritas jure optimo demerabitur. Ipsius tamen hallucinationes humanæ imbecillitatis documento nobis erunt: quæ quæ ad summum, quod mortalibus liceat conscendere, fastigium se extulerit, facili negotio in crassiores delabitur errores. Quæ quæ ita sint, nos que prouti sumus in hujusmodi præcipitia currere, cum mundi hujus visibiles phenomena sensibus nostris exposita inquirimus, infelicissimi certe quidem essemus, si Deus nos nobismetipsis permisisset, ut ea, quæ ad nostram salutem æternam spectant, investigaremus. Quamobrem in maximo hoc negotio prorsus necessaria revelatio nobis erat, cuius ductum maxima veneratione prosequi debemus: quam

que aliquot veritates nobis occurrunt, quæ incomprehensibiles videantur; imbecillitatis nostri ingenii meminisse oportebit, quod etiam in rebus aliis, quæ intra sphaeram nostrarum cognitionum comprehenduntur, æpissimè labitur. Quum audio hos, quos *spiritus fortes* vocant, veritates nostræ Religionis per summam arrogantiam dijudicantes, et contemnentes, mecum ipse loquens, ajo: Proh miseri mortales! Hujusmodi mysteria, de quibus vos adeo petulanter disseritis, immensum altiora ac sublimiora sunt, quam ea, in quibus magnus Newton miserè deceptus est! Dotissimi hujus nostri sæculi philosophi et mathematici verba in latinum sermonem conversa transcribere placuit, ut nostræ juventutis menti alæ infigantur, et cum sciorum hujus ætatis irreligiosis scriptis conferant.

14 Prop. III. « Lucem in ætheris tenuissimis particulis à corpore luminoso continuis vibrationibus agitata consistere, illa videtur sententia, quæ minoribus urgeatur difficultatibus. » Sanè ætheris existentiam ipse Newtonus admittit in Opticæ suæ, quin ullam detrimentum ab ipso motibus planetarum pertimescat. Neque ullum adesse potest corpus aliud, in quo lucis natura ponatur, si emanationis systema de medio tollitur, quod quum gravissimis argumentis oppugnari modo ostenderimus, hoc unum restat, ut lucem in tenuissimis particulis, quas ætheris nomine donare possumus, consistere asseramus; saltem dum melius aliquid non occurrit, quod intricatissimam hanc questionem

meliore luce perfundat. Hujus autem ætheris naturam ita possumus concipere. 1. Æther fluidum quoddam est velut aer, sed longè tenuissimum, subtilissimum, ac nulla ferè resistentia, aut pondere donatum; quoniam per ipsum corpora cœlestia liberè mœant, quin ipsorum motibus sensibilis resistentia ab eo opponatur. Nam, Eulero computante in tractatu de *Relaxatione motus Planetarum*, densitas aeris ad densitatem ætheris est ut 400,000,000 ad 1; massa autem telluris ad massam aeris comparata, est ut 8000 ad 1; ex quo deducit laudatus Mathematicus anni periodum, seu telluris cursum quinque minutis secundis retardari debere singulis sæculis, quod ferè observationibus adamussim respondet. Ex eodem computo imminutionem excentricitatis terrestres minuto secundo respondere singulis sæculis, etiam effluere ostendit; quum ab antiquis major excentricitas telluris, quam quæ nunc observatur, assignetur. Hæc autem tantum insinuare sufficiat, quoniam hujusmodi calculi à nostro instituto prorsus aberrant.

15. 2. Æther elasticus est, cujus elasticitatis beneficio, quacumque penetrare nititur, et dilatari, ubi spatia vacua inxerit, quo se diffundat: unde dum loco pellitur, ab æthere proximior e ejus locus occupatur. Imò atmosphæram nostram, corporaque omnia intimè penetrat, ubi poros inveniât, in quos se insinuet: quumque maxima pars corporis vacuolis, seu poris interspersa sit, ab æthere intimè penetrari res ipsa monet. Neque hæc proprietas

ætheris pugnat cum vacui sententia, quam in Physica generali asseruimus: ipsa enim maxima ætheris raritas manifestè ostendit, vacuum in natura dari; quippè si nullum spatium vacuum ipsius particulæ interciperent, omnium corporum densissimus foret æther, ut luce clarius est. Invictum quippè est argumentum Lucretii alibi expositum, si nullam est in natura vacuum, sed omnia materia plena sunt, omnia pariter æquè densa ac ponderosa sint, oportet. Quare plenitudo ætheris vacuum à nobis assertum nullo modo pessundet; imò illud confirmat, atque ex ejus raritate vacui existentia comprobatur.

16 *Hypothesis.* Ætheris elasticitas elasticitatem aeris longè superare debet, ab eaque fortassè pendent plura phænomena, quæ aeris elasticitati tribuuntur. Verum ad præsens institutum satis est ponere, ætheris seu materiæ lucis elasticitatem, alteram aeris longè superare; esse tamen fluidum per omnia ferè simile aeris atmospherici, tantumque subtilitate atque elasticitate majore ab illo differre. Ex qua similitudine lucis proprietates explanare tentabimus, ut ea, quæ in aere fiunt, et constanti physicorum experientia et confessione ab ejus fluiditate atque elasticitate descendunt, ad lucem transferamus. Nam ab hisce qualitatibus aer redditur aptus ad excipiendas vibrationes corporis sonori, easque in orbem ad magnas distantias transmittendas: ut infra, ubi de sono agemus, fusius explicabimus. Quoniam igitur aeris vibrationes sonum undique diffun-

dunt, ætheris etiam oscillationes lumen circumcirca propagabunt. Unde à sole ad nos id venit, quod ab ære pulso ad nostras aures defertur: in primo scilicet casu vibrationes ignis solaris ad nos transmissæ, in altero percussiones æris ad tympanum auditus delatæ. Neque timenda in allata expositione transmissionis lucis aliqua materiæ solaris dissipatio; quemadmodum in ære campano nulla provenit ipsius substantiæ à sono diminutio. Quod quidem ad omnia alia corpora luminosa, à quibus lucem mutuamus, extendere oportet: quoniam effectum naturalium ejusdem generis eadem sunt causæ: ubi constat ejusdem esse generis, nullaque ambiguitas in effectibus observatur (Phys. Gen. 10); ut hic evenire ab omnibus, quamcumque de lumine sententiam amplexantibus, admittitur.

17 Verum oppones. In igne, facibus, ceterisque corporibus ignescentibus sensibilis est substantiæ dissipatio, et consumptio: idem ergo in sole contigiet. R. *neg. contr.* Ignita corpora minimè à lucis transmissione destruuntur, ac dissipantur, sed ab intestinalium particularum separatione ob ignem conceptum; quod fumus, scintillæ, ac insensibilis per aerem materiæ evaporatio satis ostendunt. Quare si hæc particularum dissipatio impediri posset, corpora ignita lucerent, quin consumerentur. Hoc in mercurio felici successu tentatum est, quem arte lucidum efficiunt, quin ulla pars ejusdem substantiæ dissipetur: satisque ostendit, lumen à corpore lucente produci posse nulla ipsius

substantiæ emanatione, transmissione, aut interitu. Sol itaque mundum illuminat continetibus materiæ ætheræ vibrationibus, quin ullam particularum sui corporis ad nos transmittat: quæ si aliquo modo dissipantur ab interno ignis motu ipsas disjicientis, iterum ad ipsum relabuntur, ut in vaporibus terrestribus fieri videmus. Quare integra semper remanet ejus substantia, quod in emanationis systemate locum non habet.

18. Corol. 1. Ex hactenus exposita ætheris subtilitate, ac elasticitate sponte descendit mira propagationis lucis velocitas, ac talis phaenomeni facilis explanatio. Nam si propagationem soni cum lucis diffusionem comparemus, hæc 900,000 velocior altera invenietur, quæ 1000 ped. quolibet minuto secundo percurrit. Et quidem hujusmodi celeritas lucis in emanationis systemate arcanum est inextricabile, quum nulla adsit causa, à qua tanta vis generari queat. Hypothesi autem præjacta semel admissa, celeritas lucis naturalis effectus, ac necessaria consequentia est raritatis atque elasticitatis ætheris. Fac aerem densitate mitui, elasticitate augeri ea proportionem, ut per omnia æquè densus ac elasticus, ut æther evadat; procul dubio sonus eo tempore propagaretur, quo lumen ad oculum transmittitur.

19. Corol. 2. Velocitas lucis eodem tempore, proportionem servata, a sole, stellis, planetis, et quocumque corpore lucente in hac hypothesi propagatur. Hæc necessaria consequentia est fluiditatis, ac elasticitatis ætheris. Omnia

enim fluida ad æquilibrium componuntur (Phys. Gen. 331); quare si alicubi contingeret ætherem addensari, aut rarefieri, particulae viciniore accurrentes, statim æquilibrium restituerent: ita ut per omnia mundi spatia, per quæ ætherem seu lucem diffusam concipimus, materia lucis æqualis ubique densitatis, ac elasticitatis invenietur. Unde è quocumque spatii puncto corpus lucens vibrationes in ætherem exerceat, æquabili motu ad nos transmitti debent, et propagari; ac eadem proportionē, qua à sole lux ad nos transmeat, ab stellis etiam descendet, ac propagabitur.

20 Corol. 3. Lux à corpore lucente percussa, perinde ac sonus, in orbem diffunditur, vibrationes transmittens, eo modo, quo è corpore sonoro oscillationes in circumstantem aerem imprimuntur, ab eoque in partes proximiores, ab his in minus proximas, deinde ad remotiores transmittuntur. Et quidem in corpore lucente, puta candela accensa, motum incitatissimum animadvertimus, quo ejus particulae inflammatae agitantur, ac perniciosissime moventur; quaecumque demum sit causa hujus intestini motus in sole, ac lucidis corporibus, quam prorsus ignorare candidè fateri debent nobiscum cujuscumque opinionis assertores. Hinc facile concipitur, cur nulla sit pars, seu punctum sensibile in spatio, quo vibrationes ætheris pertingunt, quod illuminatum non appareat, si oculus inibi collocetur, ita ut ex illo objectum lucidum adspiciatur; ut evenit in corpore sonoro, cujus strepitus ubique auditur,



dum auris intra sphæram vibrationum collocatur.

21 Corol. 4. Lumen per lineas rectas in orbem propagatur, quarum centrum est corpus ipsum lucidum ætherem seu materiam lucis re-percutiens. Corpus siquidem lucidum est centrum oscillationum, quas in orbem diffundens, veluti totidem lineas, seu radios sphæræ à centro ad circumferentiam ductas, concipere possumus, ad instar corporis sonori vibrationes undique imprimantis, quarum ipsum centrum occupat. Ex quo id aliud pariter descendit, hujusmodi oscillationes, ac luminis intensionem eo magis debilitari, quo à centro, seu corpore lucente, recedunt; ut ostendimus art. 209 Phys. Gen.: in sphæra enim superficies sunt in ratione duplicata radiorum (Math. 423); quare dum radii crescunt, vibrationum vis decrescit, ac debilitatur in ratione radii, seu distantiae: quod idem importat, ac lucis intensionem in ratione inversa duplicata distantiae à centro computari. Quamvis enim lucis motus æquabilis sit, dum per plures particulas diffunditur; tamen superficies concentricæ corporis vibrationes recipientis augentur, atque adeo intensio luminis in plures partes distracta, ac distributa, decrescit eundo, seu in ratione radii à centro corporis luminosi distantiam computando. Quare planetæ soli viciniore vividius illuminantur; remotiores lumen magis dilutum, ac remissum ab ipso mutant. Quumque ab hac intensione radiorum calor intensitas oriatur, remotiores minus, proximiores magis calefiunt;

punctum autem intensioris luminis est ipsum centrum illuminationis, seu corpus lucidum veluti punctum consideratum, ex quo in orbem radii propagantur.

22 Corol. 5. In hac hypothese commodè Sacri libri Genesis exponitur narratio, in quo lucem primo die creatam Historicus sacer scribit, dum solis creationem ad quartam diem rejicit; quod non parum negotii Expositoribus S. textus facessit. Deus nimirum primo die materiam lucis per universum orbem disposuit, quaquaversus eam diffundens, ac motum imprimens, quo ut nunc fit à sole et stellis, conspicua fieret; die tamen quarta systema integrum sole ac planetis instructum suis locis collocans, ad eum, quem nunc obtinent ordinem, concinnavit, perpetuisque legibus obtemperare jussit.

*Argumenta contra hypothesein, seu theoriàm lucis.*

23 Arg. 1. Si lux non per emanationem, sed per vibrationes materiæ lucidæ transmittitur, perpetua erit illuminatio, etiam absente sole, aut corpore opaco interposito: Hoc autem perspicuè falsum est; ergo et positio, unde deducitur. *Prob. maj.* Corpus sonorum in exemplum à nobis assumptum in orbem oscillationes transmittens, etiam obice interposito, auditur, quia etiam ad latera percussiones communicat; eadem omnium fluidorum est proprietas; ergo idem in corpore lucente eveniret. R.

*neg. maj.* cujus probationem *dist.* corpus sonorum oscillationes motu respectu motus lucis lentissimo transmittens auditur etc. *conc. ant.*; motu perniciosissimo, ut in luce fieri ostendimus, *neg. ant.* Quod si sonus ea celeritate propagaretur, qua lucis oscillationes peraguntur, idem in sono, atque in lumine fieri experimur, eveniret: sonus videlicet linea recta tantum transscenderet, quin ad latera auscultaretur. Exemplo res clarescet: si glans plumbea sclopo projecta perforaret laminam ferream in summitate turris positam, nec minimum ab sua directione movetur lamina; si verò hæc percutiatur lapide manu projecto, celerrimè in orbem concutitur. Neque dubitandum, quin si idem tentari posset, in fluidum quodcumque pilam dirigendo, ut fit in vexillum ferreum in turribus collocatum, partes contiguæ fluidi vel minimum commoverentur. Cohæsiō enim fluidi multò minor est, quam compacti corporis; utriusque partes, præsertim in ferro sunt validissimo vinculo colligatæ, ut vel etiam manibus palpamus. Quare igitur ferrum trajiciatur, ipsius partibus invicem separatis, quin motus ipsi sensibilibiter communicetur; in fluido verò facillimè motui cedente, idem non contingeret, eo momento quo partes avelluntur? Fluidi itaque partes immotæ remanerent; ut in lamina ferrea glande trajecta. Scio postea ex æquilibrii legibus vacuum relictum à circumdantibus fluidi particulis repletum iri, quod in solido ob cohæsiōnem partium evenire non potest. Verum si vis illa, qua primò trajiceretur fluidum, in

ipsum ageret continenter, immotum permaneret, quin partes circumflux locum vacuum occuparent, aut commoverentur.

24 Inst. Particulæ globulosæ catenatæ sunt, ac dispositæ ea directione, ut una disiecta reliquas ultro citroque impellere debeat: ergo motus in fluidis diverso modo imprimitur, atque in solidis. R. *dist. ant.* impellere debeat, dum impulsus vehemens non est, *conc. ant.*; dum perniciosissimo impetu abripiuntur, *neg. ant.* Et quidem majorem interesse cohæsionem in fluidi, quam in duri corporis particulis argumentum probaret; quod quum à ratione prorsus alienum sit, intentum non obtinere, perspicuum est. Neque globulosam illam figuram particulis luminis assignamus, ut nos ex hoc capite premat argumentum. Fluidus esse æther satis concipitur; quam figuram affectent ipsius elementa, globulosam, cylindricam, pyramidalem, conicam, non facile definietur. Quacumque tamen particulæ illæ sint forma donatæ, hoc etiam certum, vibrationes aeris in voce, fortius per lineam rectam, quam ad latera propagari, ut in concionantibus; aut tubis acusticis loquentibus observamus, quorum vox linea recta multo vehementius auditur, quam ad latera: ventusque per foramen portæ aut fenestræ receptus linea recta molestat, ad latus ne percipitur quidem.

25 Et sanè hoc experimento soni per foramen introducti utitur Newtonus, ut modò expositum argumentum urgeat, ac roboret, cui sic occurrit Eulerus in Opusc. Nova theoria

lucis et colorum, Berolini an. 1746 edito, §. II. Neque verò hinc rectè colligitur diversissimam esse rationem propagationis luminis ac soni. Nam si hunc casum probè perpendamus, ne sonum quidem in conclave per foramen intronsum à sua primitiva directione tantopere diffundi, totumque conclave adimplere deprehendatur. Certum quidem est, hoc casu sonum in omnibus conclavis angulis æquali vi exaudiri, quod in lumine secus evenit: sed hinc nondum evincitur sonum à foramine per totum conclave dispergi, quod ita ostendo. Corpus sonorum perpetuò in ea directione judicamus, unde pulsus seu radii quasi sonori nostras aures percutiunt; atque vicissim isti pulsus ex ea directione ad nos pertingere censendi sunt, ubi corpus sonorum existere judicamus: jam verò, nemo in angulo conclavis sedens corpus sonorum in ipso foramine collocatum iudicavit; quod tamen fieri deberet, si sonus à foramine per totum conclave dispergeretur: ex quo luculenter sequitur, ne sonum quidem postquam per foramen in conclave est ingressus, inde secundum omnes directiones diffundi. Deinde etiam sonum non ideo in singulis conclavis angulis audiri, quod pulsus per foramen ingressi undique diffundantur; hinc manifestò colligere licet, quod etiamsi foramen obtureretur, sonus nihilominus ubique in conclavi ferè æquè fortis audiatur. Perceptio ergo soni non foramini debetur, multòque minus ejus dispersio, postquam per foramen est ingressus: quin potius hinc, uti ex aliis plurimis observationi-

bus cognoscimus, sonum per ipsos conclavis parietes penetrare, atque ob hanc causam sensum auditus excitare. Parietes scilicet atque muri respectu sonorum similia sunt corpora, atque vitrum aliaque corpora pellucida respectu luminis, similique modo sonus in conclavi ubique exauditur, quo lumen quoque in conclavi, cujus omnes parietes essent pellucidi, ubique cerneretur. Casus igitur iste à Newtono allatus nihil prorsus confert ad dissimilitudinem inter propagationem lucis et diffusionem sonorum probandam. Nam ut utrinque par ratio fuisset, pro sono ejusmodi conclave eligere debuisset, cujus parietes sono non fuissent pervii, ita ut sonui nonnisi per foramen introitum tribuisset. Hujusmodi scilicet conclave requireretur ad judicandum, utrum sonus postquam per foramen est ingressus, in omnes plagas diffunderetur, an non. Tale autem conclave parare summoperè difficile videtur.... tamen asseverare ausim, experimentum ex voto successurum, sonumque in hujusmodi conclavi in ea solum directione, unde venerat, sensum auditus esse excitaturum, similemque eventum ei, qui in radio lucis per foramen in cameram obscuram intromisso observari solet. Si enim sonus se in tali conclavi ad latera diffunderet, ob eandem quoque rationem sese in aperto aere ubique quaquaversus dispergere deberet; quod quum in casu posteriori non eveniat, ne in priore quidem, etiamsi experimentum institnere non liceat, fieri poterit. Videmus enim in aere aperto sonum à corpore so-

noro undique secundum lineas rectas propagari, neque usquam ad latera deflecti. Cujus propagationis quaecumque sit causa, necesse est, ut eadem quoque progressionem soni in conclave ante memorato moderetur.

26 Arg. 2. In hac hypothesis lux momento temporis propagaretur, ut Cartesius in sua de luce sententia propugnabat; at hoc et nos falsum esse fatemur; ergo et principium, unde deducitur. R. *neg. maj.* Cartesius pura pressione lucem communicari sustinuit, idque etiam exemplo baculi, in quo motus ab uno ad aliud extremum transfertur confirmabat. Ceteri autem Cartesiani, aut affinem Cartesianis cum Eulero hypothesis amplexcentes, successivam lucis per verum motum translationis emissionem fieri contendunt; in qua facilius celeritatem propagationis impugnabis, quam instantaneam ostendas diffusionem. Neque etiamsi pressione propagatio lucis fieret, mihi persuadere possum, momentaneam in magna à sole ad nos distantia umquam fore illius emissionem. Captu enim arduum videtur, motum ab uno ad aliud elementum per 32 aut etiam 36 leucarum milliones nulla interposita morula transmitti; quod etiamsi verum foret in pressione contiguorum corpusculorum, in elastica ætheris natura se comprimantis, ac restituentis, aliquod brevisimum tempusculum intercedat, necesse est.

27 Arg. 3. Lux ejusdem naturæ est in corpore luminoso, ac in spatio intermedio, per quod ipsius radii permeant; nam per vitrum in modum lentis conformatum, perinde com-

burunt, ac si ad ipsum lucidum materia comburenda applicetur: ergo ab ipso emanant ac per medium interpositum transfunduntur. R. *omittendo majorem*, et concedendo ejus probationem; cujus phaenomeni expositionem dabimus ubi de igne et combustionem agemus. Potest tamen fieri, ut materia lucis utrobique eadem sit, quin ad nos è sole, aut ab igne ad corpus calefactum per translationem deferatur. Natura quidem lucis eadem utrobique erit; particulae tamen, seu portio lucis, quae effectum combustionis edit, eadem non erit. Sanè baculi pars, cui manus imprimit motum, non ea est, quae ictum exercet, sed ab uno ad aliud extremum impulsus communicatur.

28 Arg. 4. Per foramen in charta aquae cuspidate perforatum integrum hemisphaerium conspicitur, radiis lucis ex omnibus ipsius punctis per tenuissimum illud foramen permeantibus; quod etiam conclavi benè clauso in charta depingitur, si radii per foramen introducti in ea excipiantur: hoc autem phaenomenon in nostra hypothesis transmissionis lucis explicatus difficile habet: quum concipi nequeat, quomodo tot vibrationes decussatae se se non elidant: ergo ad emanationem confugiendum est, ut illud exponamus. R. *neg. mia.* Unde vel ipsa expositione phaenomeni satis apparet, in emissionis systemate concipi non posse, quomodo innumerae illae particulae incitatissima celeritate se se non deturbent, confundant, aut exitum inveniant. Dum verò radii lucis per foramen non coguntur transmeare, sed vibrationes solum



transmittunt per fluidum in foramine contentum, minor difficultas concipitur hujusce transmissionis. Et quidem in aqua quiescente videmus, immixtis undique lapillis circulos innumeros formari se se ad omnes directiones mutuò secantes nulla confusione peripheriarum, oscillationibus quaquaversus se propagantibus.

29 Arg. 5. In hac hypothese explanari non potest lux phosphorica, aut illa, quam corpora soli exposita concipiunt; quod tamen in emanationis opinione statim intelligitur: ergo hæc alteri præferenda est. R. *neg. ant.* Nam eo modo phosphori lucent, quo corpora ignigena; partes quippe in ejus intima substantia motu percipientur intestino, quamvis magis remissio ut aliæ ignitæ materiæ, à quibus lux excitatur. Discrimen unum est in gradu accensionis, qui quidem etiam in corporibus incandescentibus varius est, pro majore quantitate *materiæ calorisficæ* in eo introducæ, ut de igne et combustionis agentes explicant recentes Chymici scriptores, quorum tentaminibus plura in hac physica parte inventa, atque illustrata sunt.

30 Arg. 6. Boschiovich. Dissert. de lumine solari sequenti deductione probat, lumen ab initio mundi à sole perditum vix digitum cubicum æquare. En paucis ejus ratiocinium. Certum est lucem solarem ad nos transmissam rariorem esse luce auroræ borealis; eam quippe secum non abripit. Verum tenuitas auroræ borealis major est, quam nostræ atmosphæræ, raritas ad distantiam 180 miliar. à terra, quoniam ad hanc altitudinem elevantur auroræ bo-

reales. Rursus atmosphærae tenuitas in ea distantia raritatem aeris in superficie terrestri pluribus excedit vicibus, quam quæ unitate cum 72 cyphris exprimantur; quod ex progressionem qua aer ascendendo rarescit, ostenditur. Verum aer ferè millies rarior est, quam aqua, adeoque lux rarior erit aqua, plus quam unitate cum 75 cyphris exprimatur: quare digitus aquæ continet plus materiæ, quam digitus luminis, ea proportionem quam enunciat unitas cum 75 zeris; ut autem tot digiti luminis à sole emittantur, quot unitas cum 75 zeris exprimit, eruitur numerus sæculorum major, quam unitate 28 zeris adjunctis indicetur. Resp. huius modi calculis magis ostendi miram in supputationibus mathematici facilitatem, quam intentam ab ipso conclusionis certitudinem. Nam ut agebat Tullius, assumpto quolibet negato, Geometra ne digitum procedere potest. Nam 1. negando materiam auroræ borealis à luce esse distinctam et crassiorem, mole sua ruit argumentum. Deinde ex eo probat crassiorem, quod illa secum lux non abripiat, ac de loco protrudat. Quare id assumit, quod probandum est, lucem videlicet à sole remitti. 2. Ponit auroram borealem à sole illuminari; quod et incertum est, et plures habet contradictores. 3. A negantibus systema universalis gravitatis fundamentum calculi prorsus convellitur, asserentibus non à quantitate materiæ gravitatem oriri, sed à pressione, magnetismo, etc. 4. Altitudinem 180 milliar. in aurora boreali assumit ingeniosus astronomus, quod non omnes fa-

cilè concedent. Demum etiamsi parum crassiores particulae aurorae borealis in altitudine 180 milliar. ponantur particulis lucis, concipi non potest, cur iteratae percussiones ejusdem maxima celeritate delatae, vi cuius 8 min. 36 milliones leucarum lux perecurrit, secum non abripiant, ac de loco protrudant praedictas particulas: oporteret enim, has eadem proportionem lucis elementa mole superare, quam lux ipsas celeritate vincit; quod nescio utrum benignè ab omnibus concedatur, qui in emanationis sententia non sunt. Verum, ut prudenter monet Brissonus, ex difficultatibus in quacunque hypothesis de lucis transmissione occurrentibus satis superque evincitur, nullum systema esse plane demonstratum, aut convictum falsitatis; quare ad quaestionem de propagatione lucis consultius responsum foret, dicere; modum à nobis penitus ignorari.

## CAPUT SECUNDUM.

### *De Reflexione luminis in corporibus opacis.*

**P**robè hic resolenda sunt, quae in Physica Gen. de motu reflexo, agentes tradidimus, è quorum principiis, etiam, quae, de illuminatione corporum explicanda veniunt, majorem partem dependent; quemadmodum in sequentibus, quae de refractione luminis dicenda occurrunt, de motus refracti effectibus ut plurimum petenda sunt; quamvis luminis refractionem etiam legem affectet, à ceterorum corporum re-

fractionibus, ut eo loci jam proluximus. Qui phænomena lucis ab Epicuri emanatione exponere tentarunt, radios ejusdem à corpore lucente emisos, in superficiem corporis opaci vibrari contendunt, è qua ad alia circumstantia in sphaera illuminationis existentia iterum jaculantur juxta leges reflexionis, ab his in alia, et sic deinceps; ita ut per continuatas reflexiones ad oculum transmittantur radii lucis, à quibus visio perficitur. Verum quum emanationis opinamentum minus nobis arriserit, alia via tentanda est, ut illustratio corporis opaci, colorum theoria, ac visionis, ut dici solet, *mechanismus*, cum his, quæ supra tentando magis quam asserendo tradidimus, benè concordent. Quare sit

32. Prop. I. Reflexio radiorum lucis, prout in emanationis hypothesi exponitur, magnas offendit difficultates, quæ non satis ab ejus assertoribus explanari videntur. Exemplum vulgare reflexionis est speculum planum, è cujus superficie radii in oculum reflectuntur, atque inde visio provenit objecti, ejus superficies ajunt, in speculum radios transmisit. Verum corpus opacum, aut lucidum in speculi superficie non conspicitur, sed longè ab ipsa ejus species versus interiorem partem recedit; adeò ut speculum quodammodo invisibile nobis fiat. Dum verò corpus à solis radiis illuminatum videmus, solem ipsum non videmus, objecti tantum superficies exhibetur, his variationibus distincta, quæ in ipso inveniuntur. Alius igitur est casus reflexionis in speculo, ab

eo in quo corpora opaca nobis conspicua fiunt. Magnum etiam aliud interest discrimen inter speculi phænomenon, et opacorum corporum illustrationem: nam dum nos, aut circumstantia corpora situm mutamus, imagines prorsus variant, accedunt, recedunt, resupinantur, juxta naturam superficiei objectorum, situm, ac speculi inclinationes. Contra accidit in corpore à sole, aut ab alio quolibet lucido illustrato: ejus imago æquè repræsentatur, quocumque tandem situ aut nos, aut ipsum statuatur; salvis tamen variationibus, quæ in visione à distantis, umbris etc. proveniunt. Neque enim nullam prorsus variationem accidere contendimus; sed tantum eas, quæ in speculo animadvertimus, atque à minima quavis variatione situs, distantie, inflectionis speculi etc. provenire comperimus. Demum corpus opacum quocumque modo à lucido illuminetur, eosdem exhibet colores, ita ut singula corpora proprios colores veluti affectent, qui aliis communes non sunt, sed peculiaris, ac quodammodo characteristicus cuilibet insit, à quo satis ab aliis discernatur, etiam dum maxima intervenit similitudo.

33 Prop. II. «Si conjecturis uti licet magis ad similitudinem veri propendentibus, opacorum corporum illuminatio à radiis ab ejus superficie reflexis non provenit, sed à radiis ab ipso corpore excitatis, ob vibrationes quas radii directi in ejus superficie excitant, illis similes, quibus lucida corpora fulgent, ac lumen excitant; gradu tamen remissiore, prout vehemens, aut remissa fuerit lucis in ipsum percussio.» Et

quidem ut ex prop. præc. eruitur, si corpora opaca radios à fulgente acceptos remitterent, non ipsa, at corpus lucidum adspiceremus; quod quum falsum apertissimè sit, à radiis ex propria superficie derivatis se sè conspicienda exhibeant, oportet. Quamdiu igitur corpus opacum illuminatur, tenuissimæ superficiei ipsius particulæ tremore quodam agitantur, qui aptus sit ad excitandum in æthere eos vibrationis motus, quibus radii lucis formantur, aut disponuntur ad excitandum in oculo eas sensationes, quibus colores, magnitudines, distantiz, verbo imagines rerum depinguntur. Quæ quidem vibrationes è quovis superficiei puncto versus omnes plagas remittantur, oportet; quum omnia objecti puncta conspicua in quacumque directione collocentur, ita semper agant, ut ejus imago in oculo nostro conformetur. Et hoc quidem præcipuum est discrimen inter hos radios, et reflexos, quorum directio à radio incidente determinatur; ita ut angulus reflexionis angulo incidentiæ ubique par inveniat. Quare si è quodam loco vibrentur, puta sole, eandem directionem omnes affectare debent, atque ad alteram partem remitti. Verum dum corporis opaci puncta omnia conspicua redduntur, hæc tremore quodam, seu agitatione insensibili concutiuntur; quemadmodum in corpore lucente secundum hanc hypothesim succussiones illæ vehementiores sensationem lucis vividiorem in oculo excitant, cujus intensio major à vi, qua oscillationes imprimuntur, repetenda venit. Et hoc etiam discrimen inter

:

clariiores, aut obscuriores, imagines à corporibus opacis depictas intervenit: nam quæ directè à sole illuminantur, lucidiores conspiciamus; minus, quæ à luna, ob debilitatem vibrationum, quas corpus opacum potest imprimere, ut seq. coroll. magis explicabitur.

34. Corol. 1. Natura igitur corporis opaci in eo juxta præmissam hypothèsim consistit, ut ejus superficiei particula in quiete permanent, dum corpus luminosum absit, à quo ad motum concitentur: quo tamen præsentè, ita celeriter ad hunc motum, seu tremorem concipiendum determinantur, ut statim ac corpus lucidum in opacum materiam lucis ejaculaverit, similes oscillationes concipiat illis, quibus ab æthere concutitur; vi quarum et alia opaca etiam illustret, et suam imaginem in quolibet spatii puncto, ubi oculus adfuerit, depingat.

35. Corol. 2. Discrimen totum inter corpus lucidum et opacum in eo situm est, quod primum ab intima sua constitutione vim habet ætherem concutiendi, seu materiam lucis excipiendo, quin ab aliqua extrinsecus adveniente causa ad id determinetur. Opacorum autem indoles tantum aptitudinem quamdam præfert ad excipiendas extrinsecus concutiones illas, quibus materia lucis concutitur, modificatur, et regeritur in alia corpora; quibus cessantibus, ad inertiam reddit, è qua tenebræ in sua superficie obducuntur, quibus fit invisibilis.

36. Dices tamen. Incredibile prorsus, atque à similitudine veri alienum videtur, à tenuissimis lucis particulis, quæ etiam per lentem ad-

densatae, ne leviter quidem tenuissima plumarum filamenta commovent, superficies corporum concuti, atque ad vibrationes concipiendas, ac transmittendas determinari: ergo praecedens theoria, omni veri-similitudine destituitur. *R. neg. ant. cujus probat. dist.* ne leviter commovent motu vibratorio lucis, *neg. ant.*; motu translationis, *conc.* Et quidem haec una est ex magnis difficultatibus, quibus sententia emanationis opprimitur: quum incomprehensibile videatur, cur celeritas illa, quae quolibet minuto per quatuor miliones leucarum particulas lucis transfert, ne hilum quidem tenuissima, ac levissima corpora à loco dimoveat.

37 Quod autem expositae vibrationes in corpore opaco excitari queant, exemplo corporis sonori non incongrue explicatur; è cujus proprietatibus proprietates illuminati corporis, sicut lucis phaenomena à sono, magis captu facilia redduntur. Quod enim sonus est relatè ad aerem, hoc est lux, si cum aethere conferatur; ut supra exposuimus, et nunc amplius illustrare pergimus. Corpora lucentia veluti instrumenta sunt aëre pulsata; opaca verò instrumentis silentibus, ac nulla concussione agitatae probe comparantur. Neque impedit, quod instrumenta nostra musica indigeant, ut sonum edant: hoc enim ad institutum similitudinem nihil refert. Quare si à luce ad sonum quaestionem transferamus, in id demum recidit; utrum instrumentum, aut chorda probe tensa ac silens ad vibrationes proprias soni edendas excitari queat ab instrumentis sonum edentibus. Hoc



autem phænomenon notissimum musicis est, et quisque, periculo facto, certior fieri potest, instrumentum in conclavi pulsando, ubi alia instrumenta appensa sint, chordis ritè distentis instructa, quæ ad alterius sonum similem concipiunt in chordis, quæ ad unisonum, aut etiam in octava, tertia, et quinta voce concordant. Imò in fibris humani corporis similes vibrationes excitari, documento sunt, qui ab aranzis tarentinis, quas *tarantulas* vulgò dicunt, venenum imbibierunt, ac veterne profundissimo corripuntur, à quo ad saltandum instrumentis musicis excitantur, tonos illos tentando, qui fibrarum corporis tensioni repondeant, similesque oscillationes in fibras transmittant; quibus æger mentis inops pedetentim commovetur, assurgit, saltat; tandiuque motus ille mechanicus continuatur, quamdiu instrumenti pulsatio duraverit. Neque hoc ab homine sibi reddito præstatur; at involuntarius ille est motus, ipseque mente captus perseverat, donec saltatione per corporis meatus venenum expellatur.

38 Præfata igitur doctrina non in instrumentis musicis tantum, sed in machina etiam animali, et in quocumque corpore sonoro locum obtinet. Es campanum in turribus templorum appensum, ad sonum alterius campanæ, quæ in aliqua ex consonantiis cum ipso sit, murmur quoddam primò edit, deinde fortius oscillationes continuat, donec sonum satis perceptibilem fundat, à circumstantibus præsertim distinctè auscultandum. Circulatorum quem-

dam fuisse narrant, qui vasa vitrea solâ voce disrumpebat. Tentabat nimirum, quem sonum vas pulsatum ederet; deinde ad eum tonum vocem modulando, atque altius, ac fortius tonum similem edendo, tremores in vitro adeo fortes excitabat, ut tandem, oscillationibus majoribus conceptis, disrumperetur. Et quidem æs, vitrum, machina animalis, etc. corpora satis dura sunt, quibus ægrè concipias, quo pacto motus ille violentus à levissimo aere imprimatur. Quidni igitur et in corpore opaco tremorem illum à radiis directis excitari credamus, aut certè non negemus, quo materiam lucis ab ejus superficie agitari, convelli, atque ad formandos radios lucis determinari, quibus et suam imaginem exprimat, et alia etiâ corpora, quod reflexioni tribuebant, illustret? Hæc quidem si vera non sunt, speciem veri saltem habere, concedere non gravabor; dum aliud melius non occurrat, quod intricatissimæ huic quæstioni explicandæ satisfaciat.

39 Verum oppones. In corpore sonoro vibrationes acceptæ aut ab immediato contactu manus, vel plectri, aut ab aereis tremoribus ab instrumentis excitatæ diù perseverant, ac sensibiles post longum tempus exhibentur: ergo etiam corpora opaca postquam è conspectu lucidi removeantur, visibilia nobis fient à vibrationibus in ipsis antea excitatis, ac diù remanentibus post absentiam corporis lucidi; experientia tamen contrarium testante. R. *conc. ant. dist. cons.* visibilia nobis fient etc. si vibrationes reapse durent eo modo, quo ad lucis

materiam excitandam aptæ sunt; *conc. cons.*; si vibrationes ineptæ sint ad motum ætheri imprimendum, quo lux excitatur, *neg. cons.* Nonnulla sunt corpora, quæ, etiam absente corpore lucido, à quo ejus particulæ concussæ sunt, luminosa apparent; ut sunt phosphorica, quæ in conclavi obscuro resplendent; atque circumstantia objecta illuminant. In reliquis opacis hoc non evenire certum habemus: quod tamen à prompta particularum superficiei ejusdem quiete provenire dicendum est. Neque tamen absolutam quietem in instanti obtinere contendimus; at quietem illam, seu vibrationes vehementiores intelligo, à quibus materia lucis ad radios emittendos determinatur, ut objecta illustrentur. Potest enim fieri, ut per gradus oscillationes remittantur, ut in chordis fieri videmus, quin effectum sensibilem edant. In instrumentis sanè diu perseverant oscillationes, quod à tremore chordarum satis colligimus, quin vel hinc aures ab his afficiantur. Quidni igitur in objectis illustratis, remoto corpore lucido, idem eveniat, ut tenuissimæ quidem oscillationes perseverent, effectum tamen sensibilem non producant? Et quidem dum oculos in solem intendimus, aut librum ab ejus radiis directè illuminatum legimus, colores diversos oculis etiam clausis videmus; ab illuminatione scilicet præcedente fibris commotis, atque ad tales sensationes in nervis producendas determinatis, ut à visione similium objectorum evenire solet;

## CAPUT TERTIUM.

*De Coloribus.*

40 **I**n varias, ut mos est philosophis, de natura colorum sententias scriptores abierunt, quarum præcipuæ sunt Cartesii et Newtoni: nam colores esse in superficie corporum tamquam qualitates quædam ipsis extrinsecæ, quæ veluti vestitus mutantur; obsoletum est commentum, quod nullum aliud habuit fundamentum, quam diversitatem ipsam, quæ à particulis superficiiei corporis in lucem inducitur, quatenus lux ab ipsis diversimodè modificatur. Verum luce remota, nullus amplius color in corporibus cernitur, atque expressio illa poetica *nox abstulit atra colores*, etiam philosophica est. Hinc in aliam sententiam abierunt alii, colores scilicet qualitates esse proprias lucis, aut lucem hanc virtutem continere, ut plures depingat colores juxta diversitatem superficierum; quod quidem etiamsi verum sit, hoc deum dicere est; quod nemo ignorat, quin circa naturam lucis doctior evadat. Cartesius modo ad sensus magis accommodato philosophatus, postquam naturam lucis in pressione particularum secundi elementi constituisset, colores à nisu et motu eorundem globulorum diverso modo in oculos sensationes imprimendum desumit. Si materia subtilis versus oculum motu incitatore circa proprium centrum globulorum regeratur, color rubeus enascitur, seu affectio in oculo, quæ ipsi rubeum colorem repræsen-

tat. Dum motus rectilineus et circularis æquis passibus procedunt, color flavus exoritur; atque ita porro de reliquis coloribus discurrendo. Newtonus secundum emanationis systema septem particularum species in luce distinguit, diversæ molis, ac proinde densitatis, à quibus septem primigenii colores componuntur. Particulæ graviores rubeum, deinde per ordinem reliquos alios juxta minoris crassitudinis gradus componunt. Ex quo diversos etiam refrangibilitatis gradus, quos in luce experimur, deducit Newtonus; quum ab experimentis in prisma vitreo institutis notum sit, colores, seu particulas lucis diversos colores exhibentes, diversos trahere gradus refrangibilitatis, à quibus ipsorum dissimilitudo, et character proprius derivatur. Quod ut in bono lumine collocetur, prius quæ in omnium sententia admitti debent, quippe experimentis constanter sunt confirmata, exponere juvat; deinde quomodocum præcedentibus doctrinis à nobis præjactis componantur, tentare audebimus.

41 Experim. Esto conclave, cujus fenestra solem excipiat, in qua benè clausa foramen aut tubus (fig. 1) radium ACH tantum transmittat: huic opponatur prisma crystallinum BC, in quod ingrediens 1. radius à via recta ACH deflectit; ac per viam BC *rv* demittit filamenta lucis jam divergentia, quæ ante refractionem erant parallela. 2. Quum in parte AC candor uniformis lucis appareat, postquam vitrum irrumpit, in septem colores dispescitur, qui si in charta N recipiantur, hoc ordine disponuntur:

*infimus ruber*, deinde *croceus*, postea *flavus* etc. ut in schemate notatos vides. 3. Per viam Cr, Bv quasi fasciæ colores, radii distendi conspiciuntur; in charta tamen in parvos circellos se conformant, quorum circumferentiæ se se invicem intercipiunt. 4. Quod si foramen in charta ad mensuram circelli perficiatur, ita ut radius tantum, puta violaceus, per illud admittatur, unus color in radio PG solus observabitur: aut si placuerit chartam illi opponere, violaceum circulum exhibebit, nulla divergentia radiorum in semita PG animadversa. Verum si prisma aliud DE radio transmissio interposueris, radius quidem rubeus ubique apparebit, filamenta tamen ejusdem iterum divergent, ut in F vides folia chartæ recepta. 5. Si hujusmodi charta colore alio inficiatur, puta viridi, croceo etc. in loco ubi radios incidit, rubeus color exhibebitur; viridi aut alio quocumque penitus deleta. At si charta ejusdem ac radius transmissus fuerit coloris, hæc lucentior, ac vividior apparebit in spatio illuminato. 6. Quotcumque prismata adhibeantur, radius numquam alium colorem exhibebit; dummodò radius ab aliis contiguis perfectè segregatus per foramen introducat. Quod quum non ritè ab quibusdam physicis peractum fuerit, tentamen in eam sententiam transversos egit, ut humanitus delusi, radios separatos ope prismatis iterum novos colores reddere, ac diversos refractionis gradus habere, asseruerint; quos tamen falsos fuisse postea tentaminibus iteratis compertum fuit, si fides experimentalis Physicæ cultoribus adjici-

cienda sit. 7. Quando duo, tres, aut plures, non tamen omnes ex his coloribus separatis, ac per circellos transductis in unum ope lentis adunantur, diversi colores oriuntur, qui ex aliorum mixtione etiam à pictoribus obtinentur, ut ex cæruleo et flavo viridis; ex rubro et cæruleo violaceus; ex tribus mixtis, medii alii colores formantur. 8. Si hujusmodi radii à prisma separati, ac per circellos chartæ singillatim transmissi, per lentem vitream iterum omnes colligantur, postquam ab eadem convergentes facti perfecte admiscerentur, pristinos colores amittunt, atque in puram lucem conformantur, perinde atque ante transmissionem per prisma CB conspiciebantur. Verum si huic lumini, per lentem in statum pristinum restituto, prisma iterum adhibeatur, eadem phenomena denuò ostendit, quæ in prima transmissione observabantur. Quod etiam usurvenit, coloribus tamen inversis, si post focum lentis charta radli excipiantur.

42 Ex præfatis modò phenomenis sequentia corollaria, aut assertiones Newtonianæ theoriæ propugnatores deduxerunt. 1. Lucis particulae sunt heterogeneae. 2. Septem colorum seu particularum species lucem componunt, quæ primitivos colores reddunt: quique penitus immutabiles sunt, ac simplicissimi. Ex mixta tamen permixtione candor ille lucis proprius enascitur, quem in radiis solis, atque in corporibus luminosis observamus. 3. Ex his radiis in superficies corporum incidentibus, colores omnes modificantur, juxta diversitatem reflexionum

quas radii patiuntur. Nam si omnes particulae eodem, ac incidunt, modo reflectuntur, color albus conspicitur. Dum verò particulae radii rubri tantum regeruntur, superficies rubra, seu color rubeus apparet, reliquis absorptis. Quod si duo, aut tres ex radiis simul confusis reflectuntur, dum ceteri absorventur; color mixtus juxta conjugationem factam radiorum derivabitur. Ex his tot graduationes in coloribus explicantur, à permixta majore, vel minore quantitate materiae lucidae cujuslibet radii. 4. Colores itaque in objectis non sunt, nisi eo sensu, quo ab ipsorum superficie radii colorati determinantur, ad hunc potius, quam illum colorem exhibendum, reliquis absorptis. Intensitas etiam colorum ab eisdem causis dependet, quoniam illa corpora vividiorè imbuuntur colore, quorum superficies majorem radiorum talis coloris regerit copiam, quam alia ipsomet infecta, minore tamen quantitate radios coloratos ad oculum remittentia. 5. Peculiaris gradus refrangibilitatis à constitutione intrinseca particularum, figura nimirum, massa, densitate, mole derivatur. Nam rubei minus refrangibiles majore densitate, mole, figura donantur, deinde ceteri ordine descripto sequuntur, ita ut ultimus violaceus omnium maximè refrangibilis levioribus, minoribus, ac minus densis particulis coagmentetur. Hæc Newtoniani: nos autem præjactis antea principiis insistendo, colorum naturam sequenti propositione exponemus.

43 Prop. «Colorum diversitas non incon-



gruè explicatur per vibrationes diversas in superficie corporum excitatas, à quibus materia lucis ad majorem, vel minorem numerum oscillationum determinatur: ab eoque vibrationum numero colorum variatio derivatur. » Explanatione magis quam probationibus præjecta hypothesis indigere videtur. Compertum omnibus est, nos objecta videre, ipsorumque lineamenta seu colores distinguere, mediantibus radiis, qui in oculos nostros penetrant, ac ipsorum fibrillas diverso modo percellunt. Indubium igitur est, singulos colores à radiis diversæ qualitatis excitari: ita ut dum objectum rubrum apparet, radii in oculum permeantes ejus sint naturæ, quæ in ipso rubri sensationem excitent, alterius coloris non excitent. Quare tota quæstio in id demum resolvitur, quinam sint radii, qui sensationem rubri ex. gr. aut alterius dati coloris excitare queant? et à quo talis perceptionum differentia desumenda veniat? Nam insignis affectio est oculi, dum rubrum potius, quam cæruleum percipit; ac proinde magna inter utrumque radium diversitas intersit, oportet. Neque hæc affectionum variatio ab intensione luminis, seu radii fortiore percussione desumenda venit. Perspicuum enim est, objecta colores suos retinere sive vehementibus solis radiis illuminentur, sive in conclavi mitiore lumine perfundantur. Alia igitur est assignanda causa, à qua hujusmodi varietas derivetur.

44 Et quoniam naturam lucis ad naturam soni comparavimus, ex hujus indole, quæ certis,

ac bonè demonstratis legibus statuta est, colorum diversitatem explanare pergemus. Exploratum, ac certum omninò est, sonorum diversitatem à vibrationum numero, quibus aer à corpore sonoro concutitur, repetendam esse, ita ut sonus acutior evadat, dum vibrationes incitatiores sunt, majorque earum numerus minuto secundo perficitur: contra verò gravior sonus exit, quando remissiores fiunt vibrationes, tardiusque conficiuntur. Quum autem prorsus analogæ circumstantiæ sint, quæ utrumque sensum, visum scilicet et auditum afficiunt; ac solum in medio, quo sensationes excitantur, differant, aere nimirum et æthere, ab uno ad alterum analogiam transferamus. Ab oscillationibus aeris in aurium fibras transmissis, objectum sonorum percipimus; ab ætheris seu materiæ lucis vibrationibus ad oculorum fibrillas remissas objecti visio excitatur. Vibrationum autem major aut minor numerus soni differentias inducit: quare et ætheris vibrationes incitatiores, aut remissiores colorum etiam varietatem efficient. Fac, tonum littera C designatum 100 vibrationes minuto secundo peragere: alterum D 112, tertium E 125, quartum F 133, G 150, A 166, B demum 187: dum verò acutiores fiunt, ad octavam vocem iterum redeundo, C 200 vibrationes perficiat, et sic deinceps per gradus in ceteris tonis augendo: sic, inquam, in vibrationibus à radiis lucis excitatis evenire potest, ut dum oculus vibrationes ex. gr. in fibris excitatas minuto secundo 1000 percipiat, aut patiat, diverso modo affici debet,

quam dum 1200, 1500 etc. eodem tempore experitur. Verum quidem est, oculum haudquam hunc numerum ad calculos redigere posse; quemadmodum nec aures numerum vibrationum distinguunt; semper tamen et ab eis afficitur et affectionum diversitatem satis discernere potest, ut in sonis perspicuum est accidere.

45 Corol. 1. Colores igitur à vibrationibus in materia lucis excitatis, in præfata hypothesi, repetendi sunt: colorum autem diversitas à majore vel minore vibrationum numero, quibus oculus afficiatur, proveniet. Rubeus nimirum majorem numerum vibrationum quam croceus, hic præflavo excitabit; qui viridem, sicut viridis cæruleum, hic purpureum superabit; dum violaceus omnium remissior, respectu aliorum lentiores oscillationes promovebit.

46 Corol. 2. Quod si particulae omnes corporis, quæ superficiem ejus componunt, æqualiter tensæ, ac elasticæ fuerint, ita ut à radiis corporis lucentis percussæ æqualem motum vibratorum undique concipiant, tum corpus illud colore uniformi, seu simplici perfusum cernetur. Quum autem radii simplices per reflexionem, aut refractionem nullam alterationem patiuntur, tale corpus sive directè, sive per reflexionem, vel refractionem cernatur, eundem colorem constanter exhibebit. Sin verò ejus particulae diversis tensionis gradibus donentur, simulque æqualiter invicem fuerint permixtæ, colorem quidem uniformem, ac fortasse etiam simplicem, ut ita dicam, mentientur,

per refractionem tamen à se invicem disjunctæ varietatem ostendent, quæ antea detegi ob mixtionem ab hebeti sensu non poterat. Nimirum dum inter particulas discrimen admodum notabile non intercedat, ex. gr. si aliæ colorem flavum, aliæ ceruleum exhibeant, tum ex eorum permixtione color viridi similis derivabitur.

47 Corol. 3. Quoniam solares radii colorem album repræsentant, vibrationes ab eis excitatæ ita perfectè invicem mixtæ sint oportet, ut una præ altera minimè discernatur. Quare ad colorem album exprimendum omnis generis tensiones in particulis requiruntur, quæ satis æquabiliter inter se sint permixtæ, ut una præ altera non subsultet. Hinc color albus est omnium maximè compositus, ut innumeris experimentis comprobatum à Newtono habemus. Quod si particulæ superficiem componentes ita sint laxæ, ut nullum motum vibratorium reddant, qualis ad colores exprimendos requiritur; sensus nullus ab eo in oculo excitabitur, adeoque perfectè niger apparebit. Verum hic casus ferè in natura non evenit, satisque percipimus in partibus superficiæ corporis maximè obscuri, puncta quædam intermortuam lucem remittere. Quare minus nigredo erit perfecta, quò plura hujusmodi puncta superficiæ interspersa sint, quæ radios aliquos excitent, atque ad oculum remittant. Hinc innumeros gradus obscuritatis et claritatis in coloribus tam simplicibus, quam mixtis animadvertimus, qui ab insinuata modò causa proficisci videntur.

48 Corol. 4. Quod ad pelluciditatem cor-

poram attinet (quoniam de lucidis et opacis satis, quoad fieri potest, explicatum arbitror); quomodo in ipsis colores contineantur, et formantur exponere pergimus. Notum est corpora, quæ radios refringunt, iisque transitum præbent, pellucida seu diaphana appellari. Ex quo id apertè derivatur, hujusmodi corpora radios, seu vibrationes materiæ lucidæ non solum non reflectere, sed ad interiores suas partes transmittere, ac per suam substantiam propagare. Inter corpora pellucida insigniora sunt aer, aqua, vitrum, crystallus, adamas: neque tamen perfectam pleraque ex his pelluciditatem habere, ex eo colligitur, quod superficies aquæ, vitri, adamantis quædam puncta habeant, reflectentia, è quibus vividus fulgor ad oculum transmittitur, quando hic ad latus anguli reflexionis sit collocatus: tumque pellucida nullo modo apparent, sed veluti scintillantia, ac imaginem corporis, cujus radios inflectunt, quoquo modo referentia, quæ insignis est veræ reflexionis nota, ut supra cap. 2. exposuimus. Ab experimentis tamen habemus, radios lucis è vacuo in aerem transmissos ad perpendicularem refringi; ex quo rectè deducitur, minore celeritate vibrationes per ipsum transmitti, quam in aere propagentur: quod magis in densioribus mediis, ut crystallus, obtinere, perspicuum fit; quoniam major ab ipsis oritur refractionis. Quod si densitas in pellucidis nimis augetur, opaca penitus fierent, neque aditum amplius ad intimam substantiam radiis lucis permitterent, ut in aqua nimis profunda passim evenire animad-

vertimus, quæ transitum lumini denegat, ut fundus omnino non introspiciatur; quum satis conspicuus exhibeatur in fluminibus, aut stagnis, ubi parum aquæ continetur, aut præterfluit. Quare pelluciditas proprietas quædam est relativa, quæ ad densitatem corporis rationem habet; unde densiora corpora si ad maximam tenuitatem adducantur, ut aurum in bractæas conformatum, luci aditum præbent, ac fere pellucida apparent. Quare diaphana omnia vibrationes ætheris intra suam substantiam admittunt, ac propagant deinde ad alias partes; ex quo illorum pelluciditas commonstratur.

49 Corol. 5. Quod si lucis puræ radii ita excipiantur, ut magnam refractionem, seu disjunctionem illius perfectæ admixtionis patiantur, quæ ad lucem puram constituendam requiritur, veluti in prismatico evenire observamus; tunc colores illi, qui antea perfectè commixti eandem exhibebant, post refractionem quisque colorem alium repræsentabit, prout vibrationes tardiores, aut crebriores ætheris diversas in fibris commotiones producant; quæ satis ab invicem discernantur. Ex quo facile supra exposita phænomena in prismatico observata proprio Marte explicabis; quin opus sit, omnia singillatim enucleare, quæ satis ex præjecta applicatione attentè perpendenti obviam occurrunt.

50 Opponit Mako: «Dum stamen ex grubeum in corpus opacum incidit, particulas ejus, analogam tensionem habentes, concitat ad motum oscillantem staminis motui simillimum, quæ sic concitatæ similem oscillationem com-

municant circumfuso ætheri: pulsus ergo, quos ab opaci corporis particulis æther accipit, similimi sunt radii ipsius incidentis pulsibus; idem ergo præstare debent quod præstaret radius ipse incidens, si dumtaxat reflecteretur: atqui tunc ipsum corpus lucens, ex. gr. solem repræsentaret, igitur et nunc. « Quare in sententia exposita de coloribus idem inconueniens, quod antea in reflexione radiorum à corpore opaco notabamus, sequi debet. R. *conc. ant. dist. cons.* simillimi sunt quoad colores in æthere excitandos mediis vibrationibus colori respondentibus, *conc. cons.*; simillimi sunt quoad imaginem objecti à quo emittuntur exhibendam, *neg. cons.* Ut luculentius res percipiatur, ad sanum explanationem hujus difficultatis transferamus. Si instrumentum pulsatum in aliud, quod ad unisonum cum ipso chordas distentas habet, motum oscillatorium medio aere transmittat, atque ad sonum concitet; sonus ab ipso emissus non illum referet instrumenti, à quo ad sonandum excitatum fuit, quamvis ipsi similem sonum edat; sed prorsus distinctum ac proprium, qui ab auribus ritè ab altero discernitur. Cur, inquam, non eandem prorsus sensationem ad auditum transmittit, quum origo pulsionum excitanti instrumento debeat? Certè non alia de causa id evenit, nisi quia corpus sonorum etiamsi pulsus ab excitate recipiat, non ipsos per reflexionem transmittit, verum in sua substantia recipiens ad alios similes in aere tremores commovendos determinatur, qui propriæ conformationi res-

pondent, atque ipsi convenientes sunt. Fac vibrationes hujusmodi non ab instrumento concorde transfundi, verum ab echo reflecti atque ad aures remitti: sonum ipsum quidem certè ab instrumento excitatum perfectè referet; ita ut quandoque decipiamur, dum ab echo vox reflectitur, existimantes à duobus locis vocem eandem personare, quia celeriter ab uno ad alterum loquens transferatur, ut nobis illudat, si ab echo vocem remitti non animadvertamus. Hoc ludo pueros egregiè deceptos, ac rusticos homines, qui ab echo vocem remitti ignorabant, Benonia, in villa quadam suburbana, si bene commemini, pluribus abhinc annis testis fui. Idem igitur dicendum de coloribus corporis opaci à sole illuminati, cujus radios si per reflexionem transmitteret, non ipsum corpus suis coloribus distinctum, ad solem ipsum per reflexionem intueremur.

51 Schol. Cæruleus ille color, quo hemisphaerium celeste interdum depictum apparet, quasi fornix quidam esset tali colore infectus, ab atmosphæra terrestri derivatur; quæ particulis valdè raris, ac tenui cærulei infectione tinctis, dum à radiis solis illuminantur, hujusmodi vibrationes in ætherem transfundunt, quæ talem expriment colorem. Et quidem familiaris omnibus est observatio, montes vicinos colore nativo tinctos videri, remotiores cæruleo circumfusos notari. Quæ quidem eolorum diversitas eo insignior est, quo magis ab oculo determinantur: ita ut remotissimi, eundem ferè colorem, atque ipsum coelum, referre vi-



deantur. Quod si iter versus eam plagam; ubi montes apparent, instituere contingat, sensim ac sine sensu color ille cæruleus remittitur eo usque, ut dum ad quamdam ab ipsis distantiam pervenerimus, prorsus dispareat. Hoc idem in cæruleo ac satis vivido cœli colore animadverti, dum ad fastigia excelsorum montium contendimus, testis est Eulerus. In summis enim altissimorum montium rarior est aer, ut è barometri altitudine decrecente experimur. Quare imminuta quantitate illa particularum cæruleum colorem inducere excitantium, intensitas ejusdem minuatur, necesse est. Et quidem si ad eam altitudinem accedere liceret ubi atmosphæra desinit, et cum æthere confunditur, aut saltem ad distantiam quamdam huic termino vicinior, astra cæruleo fornicis affixa amplius non cerneremus; ut nunc fit, sed liberè pendentia, ac nullo *convexo nutantem pondere mundum* adspiceremus: contra autem *terrasque tractusque maris* veluti cœlo profundo circumvoluta, colore nimirum cæruleo, in modum convexi fornicis, ut nunc *conceavo cœlo circumcingi*, nobis videre videmur. Ea fortasse de causa martem rubicundum cernimus, et nescio, an ab ejus incolis cœtum rubeum cernatur, ut nobis nostrum apparet cæruleum. Certè aqua maris eo sub viridi colore quo nobis extra superficiem ejus extantibus comparet, ab urinatoribus in fundo demersis etiam suspiciatur oportet. Ex quo et illud suspicari fas est, eo modo quo nos martem rubescentem è terra contuemur, et globum nostrum sub-

cæruleum despectum iri, si ad marem transferremur, aut ejus incolis, siqui sunt, ac simili oculorum conformatione donantur, præfato colore apparere.

52 Neque à vaporibus terrestribus cæruleum colorem provenire suspicari fas est. Nam compertum habemus eo intensiorem oculis nostris cæruleum illum colorem exhiberi, quo purior est atmosphæra, ac terrenis vaporibus minus onusta. Contra verò, si exhalationibus nimium ingravescat aer terræ proximior, tum montes remotiores, quam etiam cælum ipsum cinereo quodam colore offuscatur, ita ut tenuiter admodum cæruleus appareat. Deinde si vapores nimium addensantur, aut nebulae propè superficiem terræ, aut nubes in superiore regione concrescunt, aspectum cœli nobis eripiunt: quare ut exhalationes terrestres confugere ut hoc phænomenon explicetur, perinde est, ac ipsi causam contrarium effectum producentem assignare. Quamobrem commodior præjacta expositio nobis videtur, quam sequenti experimento declarare juvat. Si pulverem indici coloris, quem *añil* solemus vocare, parvâ quantitate in magna aquæ copia diluamus, quum guttatim ejusmodi aquam ex alto demittimus, nullo infectam colore notamus. Hauriatur deinde in vase crystallino, quale in mensa apponi solet, levis quædam tinctura in aqua tantum apparebit. Verum si vas satis amplum fuerit, atque à longè adspiciatur, color valdè intensus spectatori exhibebitur: quod etiam tentamen in aliis coloribus feliciter provenit, atque in

vino aliisque liquoribus familiare est, dum ab œnopolia in armariis, aut in mensis crystallinis lagenis collocantur.

## CAPUT QUARTUM.

### *De Optica, seu visione directa.*

**O**pticam generatim accipiunt pro illa scientia, quæ omne genus visionis complectitur, siue ea sit directa, atque *Optica* propriè dicta audit, siue reflexa per specula, quam *Catoptricam* appellant, siue demum refracta per lentes vitreas, et *Dioptrica* dici consuevit. De his omnibus singillatim agemus, selectiora, quæ de his argumentis tradi solent ad Physicam pertinentia, delibantes. Nunc autem, quæ ad visionem spectant, ac præcipuum dicendorum in sequentibus capitibus fundamentum existunt, exponenda assumimus.

### §. I.

#### *Descriptio oculi, ac principia visionis exponuntur.*

53 Galenus meritò *Creatoris miraculum* oculum appellavit, eo quod in ipso mirabilia quædam solertia notetur, quæ etiamsi in reliquis sensibus maxima sit, in oculis tamen speciali modo resplendet. «Et primum oculos membranis tenuissimis (Creator) vestivit, et sepsit: quas primum pellucas fecit, ut per eas cerni posset; firmas autem, ut continerentur.

tur. Sed lubricos oculos fecit et mobiles, ut et declinarent, si quid noceret, et adspectum, quo vellent, facile converterent. Aciesque ipsa, quæ cernimus, quæ pupula vocatur, ita parva est, ut ea quæ nocere possint, facile vitet. Palpebræque, quæ sunt tegumenta oculorum, mollissimæ tactu, ne læderent aciem, aptissimæ factæ et ad claudendas pupulas, ne quid incideret, et ad aperiendas: idque providit, ut identidem fieri posset cum maxima celeritate. Munitæque sunt palpebræ tamquam vallo pilorum, quibus, et apertis oculis, si quid incideret, repelleretur; et somno convenientibus, quum oculis ad cernendum non egeremus, tamquam involuti, quiescerent. Latent præterea utiliter, et excelsis undique partibus sepiuntur. Primum enim superiora, superciliis obducta, sudorem à capite et à fronte defluentem repellunt. Genæ deinde ab inferiore parte tutantur subjectæ, leviterque eminentes. Nasus ita locatus est, ut quasi murus oculis interjectus esse videatur. » (Cic. 2. de Nat. c. 57).

54 Ceterum ut singillatim, quæ ad oculorum internam structuram concurrunt perpendamus, sex muscoli, seu citius musculorum paria nervis è cerebro provenientibus instructi, ad oculos diriguntur, qui in oculi medio ipsi adhærent, nomenque à motu, quem ipsi imprimunt, nanciscuntur. Musculus ille, qui oculum sublevat, *elevator* seu *superbus*; qui ipsum dejicit, *depressor*, seu *humilis*; qui ad nasum, ut ad bibendum fieri solet, oculum dirigit, *bibitorius*; qui demum versus aures o.

culos addueit, ut indignantibus mos est, *indignatorius*, dici consueverunt. Atque hos quidem musculos, quod in quatuor contrarias plagas singuli in singulos oculos convertant, *rectos* etiam appellant; ut ab eis distinguant; qui oculos in varias partes trahunt, ac diversis affectibus exprimendis inserviunt, qui idcirco *amatorii*, seu *pathetici* audiunt.

55 Partes bulbum oculi componentes, et ex quarum solertissima collocatione visio perficitur, sunt potissimum membranae et humores. Membranae seu tunicae sunt tres, extrema, media, et infima. Exterior EFFEM (fig. 2.) ad sphaericam figuram accedit, et à cerebro cum nervo optico M descendit, estque *durae matris* seu tunicae exterioris medullam cerebri circumvestientis propagatio; idcirco ab ejus duritie graeco nomine *sclerotica* appellatur in parte posteriore FEMEF, ubi opaca est, ac valde crassa ut oculi substantiam contineat. Ad anteriorem tamen partem circumducta FAF peluciditatem induit, atque idcirco *corneti* dicitur quoniam radii lucis per ipsam transmittantur, qui pelucidi corporis character proprius est. Membrana in medio loco sita, est tunica quaedam praecedente subtilior, ac *pieae matris* productio, à cerebro cum nervo optico M derivans, ac per MDHHD distenditur. In posteriore sui parte, quae scleroticæ respondet, illique adheret, vocatur *choroides*; dein, quae corneam respicit HH, *uvea* dici consuevit, eo quod granum uvæ detracto pediculo perforatum exhibeat, quod foramen *pupulam*, seu pupillam vocamus.

cui proximè annectuntur ciliares fibræ, quæ juxta lucis copiam contrahuntur, aut dilatantur, ut radios in majore, aut minore quantitate excipiant, prout ad visionem perficiendam necessarii sunt. Quum tamen diversos colores referant, *iris* vulgò appellantur. Ultima denique tunica ex fibrillis in modum retis contexta, nervi optici MLL productio est; ac *retinæ* ab ejus textura nomen accipit: ad anteriorem tamen oculi partem non pertinet, quum aliæ ad ipsam extendantur. Ab ipsa *processus ciliares* derivantur, ubi in fornicis modum DBD curvatur ad internam oculi partem.

56 Tres etiam humores in oculis sedem habent: *aqueus* scilicet, *crystallinus*, ac *vitreus*, ob quamdam cum his substantiis similitudinem ita appellati. Aqueus humior ad anteriorem oculi partem inter *corneam* atque *uveam* situs jacet. Crystallinus ad modum lentis optice conformatus, aqueo paulo densior est; ac post *uveam iridemque* inter aqueum, et vitreum humores jacet à ligamentis ciliaribus veluti retentus, in concameratione DCD inclusus. Vitreus demum ad posteriorem oculi partem DLLDB continetur, atque à retina, et crystallino humore comprehenditur, à quo tamen membrana quadam tenuissima, quam *araneam* placuit anatomicis vocare, segregatur. Mirum artificium, quo ejusmodi humores dispositi sunt, ex sequentibus palam fiet.

57 Jam ut visionis naturam contemplerur; opus est, quasdam opticas notiones præmittere, quæ ad sequentia explicanda manuducunt.

1. Radius opticus est recta illa, quæ ex aliquo objecti puncto adveniens, ac in partem anteriorem oculi incidens, humores omnes penetrat, atque in retinam deferitur, ut AF, BD, CE. (fig. 3.) 2. *Axis opticus* est radius ille, qui centrum pupillæ irrumpit, ut BD. 3. *Conus opticus*, quæ *pyramis* etiam dicitur, à radiis omnibus, qui ex aliquo puncto divergentes proveniunt, formatur, ac basim in pupilla habet, ut GAH, GBH, GCH. Hujusmodi conus alter opponitur, cujus basis in eodem pupillæ loco sita est, vertex autem ad retinam pertinet. 4. Ex utroque cono exteriori, nimirum qui à radiis divergentibus fit, et interiore à convergentibus formatus, *penicillus opticus* BGDHB componitur, qui apicem unum in aliquo objecti puncto B, et alterum in puncto retinæ D sibi respondente habet. 5. Tot itaque penicilli ex objecti superficie ad pupillam remitti debent, quot sunt in objecto puncta conspicua, atque in imagine in retina conformata exprimuntur.

58 His notionibus præjactis, visionis ratio sic explicatur. Ex singulis objecti punctis, ut A, B, C (fig. 3), radii lucidi excitantur, atque ad oculi pupillam remittuntur, ubi ope refractionis simul collecti penicilli, modo exposito ad retinam deferuntur, inibique punctis respondentibus ita collocantur, ut objectum ABC admodum in EDF exprimatur, nulla partium confusione notata; sed puncta, ac partes singulæ extra partes, delineata accuratissimam objecti imaginem depingunt, ea fere ma-

do, quo radii lucis à vultu hominis suam in speculo imaginem contemplantis, ejaculati, faciem ipsius repræsentant prototypo simillimam. Hæc imago blandissimè nervos opticos pervellens, ipsorum medio hanc sensationem ad animæ sedem transmittit, à qua objecti perceptio in ea continuò excitatur: quæ quidem perceptio hoc modo peracta, *visio* nuncupatur. Luculentius hoc ipsum, in oculo bovis aut pecudis è loculamento capitis extracto observabis si posteriores membranas, scleroticam et choroïdem detraxeris; cujus loco folium chartæ albumen ovi, aut tenue velum opposueris: inibi enim accuratissimam objectorum imaginem, contra quæ pupilla respexerit, depictam videbis. Idem etiam evenit in conclavi penitus clauso, ut luci aditus omnis intercludatur, nisi per foramen in fenestra aut muro dispositum, ita ut ad parietem oppositum pertineat, aut in charta alba excipiat: in qua omnia, quæ contra foramen versantur, situ inverso delineantur.

59 Corol. 1. Imago itaque objecti in fundo retinæ situ inverso depingitur, neque ob id tamen deduxeris eodem modo à nobis conspectum iri, huncque errorem consideratione et consuetudine corrigi; ut nonnullis placuit existimare, asserentibus reapse à nobis situ inverso objecta videri, nec nisi longo usu ab infantia docti, experientiaque magistra iudicium dirigente, rectum existimamus, quod inversum præsentatur. Quod quidem falsum esse, vel ex eo colligitur, quod quum per lentem convexam



objecta introspicimus, hoc iudicium eorum inversionem non corrigit, at eo situ exhibetur, quo juxta Opticæ leges representari debere, postea trademus. Quare objectum ABC etiamsi in oculo inverso situ EDF depingatur, anima tamen illud refert ad puncta, è quibus sensatio provenit; ita ut punctum F ad A referat, punctum D ad B, atque E ad C: ex quo perspicuè deducitur, sagittam ABC situ suo adspici rectam debere, etiam ab infante, qui primum in eam oculos intendit, neque hujusmodi correctiones adhibere didicit, ut sensuum perceptiones iudicio pervertat.

60 Neque dixeris, plurima à nobis experientia, ac longo rerum usu magis præstari, præsertim in magnitudinibus, distantis etc. quam ex his, quæ natura duce ab objectorum visione hauriamus. Celebris est apud opticos historia illa pueri 13 annos à nativitate in cæcitate permanentis ob pupillam penitus interclusam, cui insignis Anatomicus Anglus Cheselden, manum medicam adhibens, pupilla intercisca, visum procuravit. «Quum distinctè cernere cœpisset, adeò non poterat de objectorum distantia iudicium ferre, ut omnia oculis contigua putaret: inter se, et cubiculi parietes intervallum aliquod interesse, res ei erat conceptu difficillima. Omnia apparebant sub initium ultra modum grandia: capere non poterat, qua ratione tota domus esset suo cubiculo major, licet perhenè intelligeret, hoc illius partem esse. Quum imagines coloribus expressæ exhiberentur, tunc verò perplexa videban-

tur omnia: duorum mensium spatio opus erat, donec comprehenderet, nonnisi repræsentationem corporum solidorum per eas haberi. Oculos sub initium versus objecta non dirigebat: imò ut hoc faceret, paulatim et longiore tempore assuescere debuit. Atque hæc facile cuivis persuadebunt, nequivisse puerum de distantia, et figura corporum iudicium ferre, nisi postquam sæpius advertit, imò postquam habitudinem id advertendi contraxit, quod non solum diversitas quædam esset in impressionibus ex mutata figura et situ imaginum in oculis depictarum, sed etiam certa quædam relatio cum ideis ad motus organi tactus excitatis. Oculos versus objecta dirigere haud antea didicit, quam experiretur, hanc ipsam idearum congruentiam esse tum maximè luculentam, quam oculus certum situm respectu objectorum haberet. Denique quisque videt, eum non antea videndi usum ceteris communem obtinuisse, nisi assuetudine contracta dijudicandi quam promptissimè, qua ratione id, quod oculum afficeret, in reliquos sensus esset acturum. Hæc, inquam, omnia à Caillo in Optica num. 75 transcripta, perbellè se habent, probantque plura à nobis consuetudine ac longo rerum usu præstari in objectorum optica dispositione, quam præstaremus, si ut Adamus adulti in mundo collocaremur. Verum ipsum objecta inversa vidisse aliquo documento ostendere opus erat, ut res intentum probaret: quod quum nec longissimè ex tali narratione deducatur, contrarium potius apparet; pue-

rum nimirum erecta, ac situ naturali posita objecta conspexisse. Nonnulla tamen in ejusmodi eventu per trasennam animadvertere placet. 1. Quamvis Cheseldenus affirmet, puerum ingenio satis præclaro donatum fuisse, tamen relatè ad objecta externa, quæ penitus ignorabat, veluti tardo intellectu conformatum censendum esse. 2. Ejus mentem in ætate annorum 13 in nativa cæcitate transacta, non debere conferri cum puero ejus ætatis, qui integris sensibus natus esset: sed fortassè cum infante, aut puerulo duobus aut tribus annis nato comparari debere. 3. Mentem ejus ab objectorum ipsi insolitorum varietate ita turbatam fuisse, ut nobis contingeret, si ad saturnum aut uranum transferremur. Et quidem quum in wagnam quamdam urbem appellimus, primis diebus mentem adeò confusam experimur, ut objecta permutemus: viæ publicæ, diversorium, ædificia, etiam semel aut iterum frequentata, velut nova appareant: quin id nisi idearum confusione, quas ob multitudinem necdum distinctas efficere licuit, tribuendum videatur. Sed hæc hactenus.

61 Corol. 2. Ex dictis facilè discrimen visionis distinctæ, claræ et confusæ eruitur. Nam 1. ut objectum clarè ac distinctè cernatur, ex omnibus illius punctis radii lucis ad oculos deferri debent, intensione sufficiente, ut ejus imago ad vivum expressa, non dilutis coloribus depingatur; aut paulò intensioribus, qui vehementer retinam concutiant, atque ad vibrationes nimis violentas, convulsionum simi-

les, determinant. In utroque enim casu aut sensatio debilis, quæ in animo perceptionem vix excitet, aut justo vehementior, quæ irriter potius, quam alliciat, sequatur, necesse est.

2. Debent penicilli ita disponi, ut apices interni ad ipsam retinam pertingant: si enim ad eam non pertingant, imago depingi non potest: si ultra ipsam protendantur, umbra quædam citius quam imago, delineabitur; veluti si penicillo, ad parietes dealbandas adhiberi solito, imaginem quis depingeret, ut postea in *presbyto* ac *myope* oculo explicabitur.

62 Enimvero si hæc ita se habent, inquires, objectum distinctè in certa quadam distantia tantum conspici poterit; qua vel tantillum variata, visio confusa sequetur, quod experientiae contrarium est; quum idem objectum æquè distinctè ad duos, quatuor, plures etiam passus adhuc cernatur, ut ABC (fig. 3), si ad distantiam *abc* collocetur. Ut hanc difficultatem explanarent, plura sunt ab Anatomicis, et Physicis excogitata: et primò quidem communior solvendi nodi modus fuit, ad contractionem, atque expansionem retinæ confugere, ut ita oculus diductus, aut contractus radios pro rei necessitate exciperet. Verum difficile admodum videtur, parvam contractionem, aut diductionem, quemadmodum in retina locum habere potest, tantum effectum producere, quantum distantiarum limites, inter quos visio clara ac distincta continetur, exigent. Alii à crystallini humoris contractione, aut expansione id ipsum derivant; quæ sententia eadem, ac præ-

cedens, difficultate opprimitur; quoniam hæc minima variatio impar videtur ad magnas et minores distantias intra eandem oculi sphaeram comprehendendas. Quare præter jam assignatas causas ad maiorem, vel minorem convexitatem, quam pro libito corneæ dare possumus, et quam recipere ob flexibilitatem, ac elasticitatem faciliè concipitur, cum aliis recurrendum videtur. Quippe aucta convexitate in lente refringente, variatur inflexio radiorum; unde si convexitas tam in cornea, quam in humore crystallino augeatur, ac retina eodem motu distrahatur, tres adsunt sufficientes causæ, quæ simul adjuvent ad effectum producendum. Semper tamen verum manet, distinctam visionem intra certos limites concludi, quam pro oculi conformatione valdè differre, imo etiam in eodem oculo, labente ætate, variari, res est omnibus notissima. Minuscula corpora oculus benè conformatus intra 7, aut 8 pollices discernit; quæ si viciniora fiant, aut ulterius nimium removeantur, confusè prorsus videntur.

## §. II.

*Phænomena quædam optica exponuntur.*

63 Phænom. I. Objecta corpora, quæ remotiora fuerint, minora nobis apparent; majora, quæ viciniora: ex. gr. majus conspicitur objectum AC (fig. 3.) quam ac. Nam corpus oculo proximius majorem angulum opticum AOC in pupillæ centro complectitur; quare et

majo rem imaginem expingere debet, quoniam ab ejus magnitudine magnitudo imaginis derivatur. Quo enim majus spatium angulus comprehendit, grandior evadit in retina punctorum disjunctio, quæ imaginem expriment. Unde si corpus ulterius removeatur, angulus opticus *aOc*, atque adeo radii *ef* minore spatio coarctantur, ex quo contractiorem imaginem depingent. Quumque perceptio objecti ab hujusmodi radiis retinam vellicantibus in anima excitetur (58), prolixior imago grandius objectum, contractior minus repræsentabit. Hinc 1. stellæ remotissimæ, quæ nonnisi telescopiis deteguntur, invisibiles sunt; quia eorum imago sub minimo angulo in retina depingitur: qui per refractiones, quas subit in lentibus, telescopii auctus, objectum reddit perceptibile. 2. Columnæ in templis, porticibus, arbores in ambulacris, si ad magnam distantiam protendantur, etiamsi parallelæ sint, sensim tamen ad se accedere, et constringi videntur. Nimirum angulus opticus, quo magis illa recedunt, subinde minor fit; ita ut arbores dum per magnum tractum parallelæ disponuntur, ut in viis publicis fieri solet, ad magnam distantiam conjungi videantur. 3. Turres quadratæ, mitiones urbium angulares etc. cumus conspectæ, apparent rotundæ, quia in magna distantia angulorum acies evanescunt in minimo angulo conspectæ. 4. Minuta corpora si nobis proximiora sint, majora apparent, quam alia enormia mole donata, à quibus valdè distamus: major quippe angulus à parvo corpore vicino,

quam à magno remotissimo subtenditur in oculo, ut in luna et stellis videmus fieri: ex quibus prima, quum exiguè molis sit respectu stellarum, nobis luminare magnum apparet ob vicinitatem, quæ ipsi cum terra intercedit, à qua stellæ enormiter disterminantur.

64. Schol. Fatendum tamen, plura nos ab assuetudine atque usu judicare de objectorum magnitudine et distantia. Nimirum etiamsi à magnitudine imaginis in retina depictæ plurimum illa dependeant, quandoque tamen non ejus magnitudinis objectum conspiciamus, quam pro magnitudine imaginis in fundo oculi expressè referre deberet. Hoc frequenter usuvenit, dum de objecti distantia ex præhabitis notionibus dijudicat animus: ex. gr. dum hominem centum pedes distantem ad nos accendentem intuemur, nullam in ejus magnitudine varietatem animadvertimus, quamvis angulus opticus notabiliter varietur à distantia 100 ad duorum, triumve pedum terminum, in quo demum consistat. Si in præalta turri hominem collocatum suspiciamus, minore statura exhibetur, quam si ad eandem distantiam in planitie ipsum contueamur, quum idem angulus opticus in pari distantia ab eodem objecto subtendi debeat. Videlicet familiare nobis est objecta in planitie sita conspiciere, de eorumque distantia et magnitudine dijudicare, quum ob infrequentem usum oculos ad summa fastigia attollendi, nonnisi ab angulo optico in retina formato de objectis inibi constitutis judicemus. Ex quo id etiam explicari posse videtur;

eur objecta in eadem distantia collocata, si alia intermedia corpora jaceant, remotiora; si desint, viciniora judicamus: quum tamen ejusdem magnitudinis apparere deberent ex optico axiomatè hactenus exposito, objecta nimirum æqualia videri, quæ sub æquali, majora, quæ sub majore, minora, quæ sub minore angulo optico repræsentantur. Satis enim familiare nobis est, ab interpositis corporibus objectorum distantiam metiri; quare si plura interjaceant corpora, longè dissitum objectum putamus; nullo autem interposito medio, propius à nobis abesse credimus, ejusque minorem à nobis distantiam.

65 Phænomen. 2. „In quolibet oculo imago objecti depingitur, quin objecta duplicia cernamus; quod contingere debere, ex eo vel maximè liquet, quod cuilibet impressioni sua in anima perceptio respondeat; quare duplici imagini in retina depictæ, duplex sensatio ac perceptio respondere oporteret. » Verum notandum ad solutionem hujus problematis, duplicem illam impressionem tandem in unam coire, per nervos opticos ad communem animæ sedem translata; ut etiam in auditu experimur, duplici sensationi à quolibet corpore sonoro impressæ, unam tantum perceptionem respondere, quin voces duplicatas audiamus. Quod si aliquo modo radios visuales in choroide distorquere velimus, alterum ex oculis digito premendo, ita ut duplex impressio distrahatur, nec velut una ad cerebrum propagetur; objecta duplicia videri, nos docet ex-



perientia. Buffonius tamen id repetit à judicio impressiones corrigente; ut modò in scholis præcedente in diversis casibus fieri animadvertimus, adeoque puerulos in infantia objecta videre duplicia contendit, quem tamen errorem, ætate paulatim unum esse, quod duplex apparet, docente, sensim corrigunt, donec duplicitas illa penitus obliteretur. Ceterum nec in cæco illo nato, postquam visum recuperavit, hoc fuit animadvertum; nec ullum signum apparet in pueris, ex quo id evenire colligere tutò possimus. Iosephus Xaverius Poli ab omnimoda imaginum similitudine unitatem in objecto viso provenire asseverat; quod et ad alios sensus, in quibus duplex sensio imprimitur ab objectis corporibus extendere non dubitat. Verum ovum ovo simillimum nobis apparet, et tamen duplex non unum præsens intuemur, quando duo ante oculos nulla varietate discrepantia observantur. Scio à loci disjunctione id repeti posse; quare cuique liberum permittimus, quamlibet ex præfatis explicationibus, quæ magis arriserit, adoptare. Sunt etiam, qui opponentur, nunquam ambobus oculis nos objecta conspicerè, sed alternatim nunc dextro, nunc sinistro; ut dum incedimus, alterutro tantummodo pede solum premimus. Hujusmodi paradoxa invenire impervium non est; ea tamen solidis rationibus stabilire difficillimum.

66 Phenom. 3. Quædam objecta motu perniciosissimo delata, ut planeta in orbitis, terra in hypothesis copernicana, etc., immota nobis

apparent; dum tamen provehimur portu, terræque, urbesque recedunt, quæ suis locis immotæ persistent.» Hujus phænomeni causa est motus imaginis in retina depictæ, qui si admodum lentus fuerit, locum sensibiliter non variat, ut evenit in planetis, qui ob enormem distantiam spatium, quod intra exiguum tempus decurrunt, puta minutum secundum, angulo exilissimo in oculo subtendunt, se proinde imago admodum lentè in oculo procedit. Generatim ut motus ab oculo discerni queat, angulum 25 secundis majorem debet formare; quod nisi eveniat, vel perniciissimum motum, ut et immensa corpora longissimè disiecta, non discernemus. Ceterum angulus iste, cujus crura ad duo loca pertingunt, ut motus de loco ad locum perecipiatur, perinde in oculo formatur, si ipse quiescat, et objectum moveatur, vel oculo moto, loca immota permaneant: situs enim in retina, æquè in primo, atque in altero casu variatur. Quare si nec opinantes locum mutemus, circumstantia corpora immota situm in retina variabunt; adeoque nobis moveri videbuntur. Hinc nisi ultunde motus noster nobis innotescat, numquam ex objecti mutatione tutò deducere possumus, quinam ex duobus locum mutet, nos, an objectum, cujus motum animadvertimus. Unde à judicio sensuum motus cœli, aut telluris numquam definietur. Ex quo id etiam spontè descendit: si oculus et objectum æquali velocitate versus eandem plagam ferantur, ita ut imago continenter in eodem retinæ spatio depingatur, immotum nobis

visum iri, nisi loci mutatio aliunde nobis innotescat.

67. Phœnom. 4. Qui è magna luce in conclave mediocriter obscurum ingreditur, nihil prorsus initio discernit; paulatim tamen circumstantia objecta conspicua fiunt, donec ad certum claritatis gradum deveniamus. Quod si de tenebris ad plenam lucem transferamur, molesta quadam sensatione oculi perstringuntur, donec sensus claritati assuescant. Facile hujus phœnomeni causam rimabimur, si pupillæ dilatationes et contractiones, quæ necessariæ sunt ad lumen in oculum radios intro-mittens excipiendum, momento temporis fieri non posse animadvertamus. Quare dum è plena luce in conclave paullo obscurum pupillam contractam, ne nimio fulgore oculus offendatur, deferimus, pedetentim illam diducimus, atque ad gradum necessarium, ut lumen in conclavi diffusum recipiat, attemperamus: idcirco etiam objecta sensim apparere incipiunt, ac magis illustrari, quousque juxta lucis quantitatem plus minusve conspicua fiant. Contrarium in altero casu evenire, res est manifesta; adeoque oculus nimis diductus majorem luminis quantitatem recipit, quam illæsus manens sustinere possit. Quod si pupillam contrahere, et diducere pro libito possemus, concubia etiam nocte, ut aves nocturnæ, et feles, omnia objecta discernere-mus. In felibus quidem interdum notabilis contractio pupillæ observatur, ita ut vix filum tenue in maximo diei splendore in ipsorum oculis appareat. No-

cte autem, etiam per subterraneos meatus, certa figunt vestigia, prædamque discernunt; quippe qui pupillam in circelli modum distrahunt, radiosque lucis vel tenuissimos colligunt, qui loca etiam obscurissima irrumpunt.

68 Phenom. 5. «Sol et luna in horizonte majora nobis apparent; quam in meridiano; eorumque magnitudo decrescit, quo magis ab horizonte remouentur: quæ deinde iterum augeatur, dum ad illum denuò accedunt.» Plura huic quæstioni solvendæ excogitata sunt; quæ paucis de more complectemur. Sunt, qui ab assuetudine judicaudi corpora, quæ minore luce perfusa cernuntur, remotiora; quæ verò luce vivida nos perstringunt, viciniora putamus, id provenire asserant. Et quidem solem in horizonte illæsis oculis intuemur, ob maximam radiorum lucis absorptionem, quam ab atmosphæra patiuntur. Quare quum objecta minore luce perfusa, remotiora putemus, ut etiam in picturis evenire observamus, in quibus hæc artificio pictores nobis illudunt, atque objecta remotiora majore mole donata existimemus; luna, quæ remotior in horizonte videtur, etiam major appareat, necesse est. Alii à corporibus intermediis, quæ dum astra in horizonte versantur, ac judicium comparativum distantiae permittunt, ut in scholio præmissimus illusionem derivari pronuntiant: quoniam ab hac interpositione astra in horizonte collocata remotiora ob corpora interposita judicamus; in zenith, nullo interjacente corpore medio, minus à nobis sejuncta credimus; ex qua præcon-

cepta vicinia; minus in zenith, quam in horizonte sidus nobis representamus. Attamen conclave supellectili vacuum grandius comparet, quam eadem instructum: quare non semper corpora intermedia hujusmodi illusionem producant. Ad majorem vel minorem pupillæ restrictionem quidam recurrunt; indubium quippe est, aperiri pupillam, quum lux blandè eam permulcet; contrahi, dum nimio fulgore perstringitur. Idcirco astra in horizonte locata, quæ suavius ad pupillam radios emittunt, majorem ipsi dilatationem permittunt, quam in zenith existentia, quum eorum fulgor maximam parit in pupilla restrictionem. Esto (fig. 4.) objectum AB, pupillæ amplitudo  $ab$ ; tunc erit objecti in retina depicti magnitudo HF, et hic casus erit solis in zenith existentis. Fiat pupillæ distensio prolixior, puta  $abc$ ; imaginis magnitudo tunc erit KG, procul dubio major, quam HF. Dissimulare tamen non licet, angulum opticum à quibusdam Astronomis tam in horizonte, quam in meridiano æqualem judicari; advenientibus aliis; majorem in meridie, quam ad ortum et occasum prædictum angulum fieri, eo quod per terræ semidiametrum astra in horizonte posita ab oculo spectatoris distendantur, quod in meridiano locum non habet. Et quamvis in aliis sideribus hoc distantie augmentum nullius momenti sit existimandum; in planetis, ac luna præsertim, telluri proximior, aliquam in angulo optico variationem inducere debere, suspicari fas est. Præcedenti aliam adjungit causam Orlandus in notis

ad Muschemb. Si objectum aliquod, convexa lente oculis admota, inspiciatur, auctum illud videtur; remota verò paululum ab oculis lente, quum magis auctum, tum oculo propius idem apparet; eoque semper majus, proximiusque, quo major porrò sit lentis ab oculo distantia. Atmosphæram terrestrem circumfusam in modum lentis considerare possumus, ac radios ex tenuiore æthere in suam superficiem incidentes versus terræ centrum inflectere. Et quoniam spectatoris oculus à variis aëreæ superficie partibus variè distat, minima distantia est verticalis linea à spectatoris oculo ad ejusdem zenithi seu verticem ducta: ceterarum verò ea major, quæ ab hoc verticali magis distans ad horizontem inclinatur: horizontalis demum distantia aliarum omnium est maxima. Quid verò ex his sequatur facile est prænoscere, solem videlicet in medio cœli constitutum conspici per radios refractos in ea spheræ aëreæ superficie parte, quæ vicinissima oculo jacet; eundem verò in horizonte positum videri per radios refractos in ejusdem aëreæ superficie parte, quæ longissimè à nobis remota est: quamobrem exorientem, vel occiduum solem veluti per lentem nos videre longissimè ab oculo distantem; eundem verò solem medium cœli tenentem, per eandem lentem intrare oculis nostris maxime propinquum. Quid ergo mirum, si sol et luna majores nobis in horizonte appareant, quam medium cœli cardinem tenentes? Quam volueris ex his explanationibus adoptare, per me licet.

69. Phænom. 6. «Presbytæ, ut rite objecta discernant, ea removerè, myopes ad oculum approximare debent.» Primum phænomenon in senibus, à quibus nomen è græco vocabulo accepit, frequenter observamus; nisi myopes seu lusciosi à natura conformati sint. Vidi enim senem 84 annos natum *Breviarium* legere, librum in minima ab oculis distantia collocando. Ab oculi conformatione utrumque vitium oriri, planum est. Presbytæ depressiores oculos, seu crystallinum humorem parum convexum habent; unde radii ab objectis vicinioribus advenientes, nimium divergunt, attinguntque retinam, antequam uniantur. Oppositum myopibus usuenit, quorum magna oculi convexitas radios nimis convergentes efficit, atque adeò prius uniantur, quam ad-retinam pertingant. Hinc ut utrique vitio occurratur, presbytæ conspiciellis convexis, myopes concavis uti debent; ut infra, ubi de luce refracta sermo erit, exponetur. Ceterum vulgare est, quamvis Bommare in Lexico Historiæ naturalis addubitet, myopes constanter eandem vim in oculis retinere; eo quod eorum oculi, ætate ingravescente, planiores evadant.

70. Schol. Quod ad strabones attinet, Buffonius nonnisi uno oculo ipsos objecta intueri existimat. Si enim binos oculos in objectum dirigerent, ob axium optidorum divaricationem perplexæ nimis ad cerebrum imaginum sensationes transmitterentur. Unde strabones longo usu discunt, unum tantum oculum versus objectum dirigere, altero distorto versus internam

partem admoto. Ceterum in lusco oculo non in centro retinæ, ut in oculo sano fieri solet, sed versus alterum latus, imago conformatur. At, inquires, plura sunt insecta, quæ innumeros oculos habent, observante Reaumurio; et aranæ quidem 8 aut decem etiam oculis instruuntur, quorum aliqui ad partem dorsi jacent: nihilo tamen minus objecta ritè distinguunt, atque in prædam rectissimè feruntur; quod non eveniret, si objecta multiplicata conspicerent. Maximè, inquam, hæc phænomena locum habent, si horum insectorum oculi ita conformati sunt, ut nervi optici ad animæ sedem impressiones transferant, eo modo quo in nobis ex duabus imaginibus una tantum oritur sensatio. Ex quo satis colligitur, in strabo oculo imaginem eo situ depingi, qui ad cerebrum impressiones non transmittit, eo modo quo ad unitatem sensationis requiritur; ut in rectè vidente fieri observamus.

71 Demum ne plura persequamur, quæ ex hactenus dictis facilè explicari possunt, sequentia tantum phænomena breviter indicare sufficiat. 1. Dum torris ardens velociter circumagitur, circulus accensus adpictur; quia vibrationes in oculo excitatæ creberrimæ sunt, ita ut dum punctum unum commovetur, sequentia in motu perdurent; ex quibus impressionibus simul durantibus circuli visio epascitur; quod non evenit, quum lente torris circumvolvitur, atque duo aut tria minuta secunda in illius circumvolutione impenduntur: tum enim sufficiens spatium datur retinæ, ut ab una



ad alteram impressionem quiescat punctum commotum. 2. Ex adducta etiam causa oritur impressio simultanea plurium corporum enormiter invicem distantium, quorum distantia ita repræsentat contigua, ut unum corpus continuatum existimemus; veluti in stellis nebulo-  
sis, via lactea, aliisque oculo nudo observatis, quæ plures quum sint, ac telescopiis disjuncta observentur; velum, nebula, aut stella una spectatori nudo oculo ea contemplanti, exhibentur. 3. Palpebris conniventibus in facibus accensis radii quidam ac luminis ductus longissimi cernuntur; quia lux ciliorum pilis diffringitur, ac radii divaricantes in retinam ingrediuntur. Ab eadem etiam causa stellarum capillitium repeti potest. Porro luminis *diffusio* à P. Grimaldio è Soc. J. detecta, est inflexio quædam radii ad utrumque latum, dum per cuspides corporum opacorum transit parum invicem distantes, post quas radius divaricatus apparet.

## CAPUT QUINTUM.

### DE LUCIS REFLEXIONE, SEU CATOPTRICA.

#### PHYSICA.

#### §. I.

#### *De Causa reflexionis luminis.*

72 **M**otus reflexus, quemadmodum in ceteris corporibus motis, quæ in aliquod impe-

dimentum impingunt, ita etiam in luce locum habet, quæ et verum corpus exiit (3), et motu defertur celerrimo (5). Ex hæc lucis proprietate nobilis scientia, quæ *Catoptrica* dicitur, ortum duxit; in qua radiorum luminis reflexio, ipsius reflexionis causa, leges, proprietates, phænomena, sive speculorum omnium genera exponuntur. Quid autem «radius directus sive incidens, radius reflexus, angulus incidentiæ, angulus reflexionis, superficies reflectens, et planum reflexionis,» ubi de motu reflexo egimus, exposuimus in *Physica Generali*, et probè hic ad manum habenda sunt. *Cathetus incidentiæ* est recta BE (fig. 5.) ab objecto, aut corpore luminoso, quod *punctum radians* etiam dici solet, ad superficiem reflectentem EG perpendicularis. *Cathetus reflexionis* est altera normalis CG ab oculo C ad eandem superficiem. Recta verò AD à puncto reflexionis A erecta, et quæ sit ipsi superfici ei normalis, *axis reflexionis* audit; qui cum radio incidente facit angulum BAD, quem *inclinacionis* dicunt.

73. Notum est omnibus, superficiem lævigatam lumen copiosè reflectentem *speculum* nuncupari. Alia sunt plana, omnibus notissima, quorum superficies nulla curvatura insignis est. Nam et specula curva sunt, quæ vel *convexam*, vel *concavam* habent superficiem; necnon *sphærica*, *cylindrica*, *parabolica*, *elliptica*, *hyperbolica*, cetera esse possunt. Neque difficile est concipere corpus solidum parabolicum, ellipticum, hyperbolicum generari posse; veluti sphæricum à circumvolutione semicirculi supra

diametrum (Math. 397), ita illa ex revolutione prædictarum curvatam supra axes suos.

74 Prop. I. «Lucem in corpora illapsam à quamplurimis ipsorum reflecti, experientia, et ratione constantissimè confirmatur.» Et quidem lumen corpus est, adeoque impenetrabile: ergo si in partes solidas alterius corporis incidat, ubi pori non sint, qui luci aditum præbeant, ceterorum corporum more inflecti debet. Hoc etiam constantissimè in speculis omnibus evenire, adeo notum est, ut oleum et operam perdere bit, hanc veritatem amplius demonstrare. Quare ad alteram majoris momenti difficultatem, quæ hactenus philosophorum ingenia torsit, ac fortasse, numquam dilucidabitur, exponendam citius, quam explicandam, gradum faciamus: causam nimirum reflexionis, cujus difficultatis cardo ut melius innotescat,

75 Observandum, superficies omnes vel levigatissimas, ut sunt specula, quamvis hebeti sensui perfectè planæ compareant, innumeris cavitatibus asperas, ac résilientes angulos habentes microscopiis notari: quæ quidem scabrositas, respectu habito ad portiones lucis tenuissimas, perinde se habet, ac superficies terrestris vallibus ac montibus aspera ad globos tormentarios, qui in ipsam oblique inciderent; ac proinde nulla lege quaquaversus reflecti deberent. Contrarium autem evenire experientia magistra docet, et constantissimè reflexionis leges in speculis observari, prout ipsorum superficies conformata fuerit, qui dubitet, invenies neminem. Unde igitur ordinatissimus ha-

betur effectus, cujus nulla apparet causa, imò adest quæ contrarium parere deberet, ac lucem quaquaversus inordinatissimè propagare? Newtonus, ut nodum scinderet potius quam solveret, negavit radios lucis ad superficiem pervenire, atque à punctis superficiei retrorsum impelli; sed à potentia quadam occulta per totam superficiem diffusa ad reflectendum radios asserit determinari, antequam ad contactum partium, seu punctorum superficiei deveniant. Ovum ovo non est similis, quam hæc *potentia reflectens newtoniana* qualitatibus Peripateticorum occultis, ajebant Brissonus. Attamen quum *ignorantiam nostram propalare erubescimus*, pergit idem Physicus, *quod candidius, et verius foret, ad hujusmodi ratiocinia confuginus.*

76 Ceterum gravius aliud incommodum ex hujusmodi opinamento derivatur. Notum est, in speculis vitreis mercurii ac stanni patina obductis, lucem non solum ab antica superficie reflecti, verum ab postica etiam radios eadem lege retrorsum impelli, ita ut duplex imago, etiamsi non æquali claritate depicta, in speculis observetur. Si igitur radii advenientes superficiem speculi non contingunt, quos radios postica superficies reflectit? Illos, inquiunt, qui, vi repulsiva superata, in intimam speculi superficiem illabuntur, vi attractiva hucusque illos adducente: mutata tamen vice deinde repelluntur, atque ad superficiem externam per reflexionem, exigua curva descripta remittuntur, ut secundam imaginem repræsentent. Portenta ista videntur! neque facile concipias ha-

rum virtutem attractivam et repulsivam permixtionem, quin se invicem elidant, ac destruant. Sane plures Newtoniani hujusmodi vires repulsivas non agnoscunt, ac mysterium quoddam novum in naturam induci tali commento fatentur. « Quid sibi vult (*inquit Paracelsus, à quo non abludivit Saverian, ambo Newtoniani*), quid sibi vult facultas ista, reflectens à speculo, et à luce distincta, ab impulsione et attractione diversa, quæ reflexionis lucis asseritur causa unica et immediata? Nonne quid quæritur ista est, gratis excogitata ad difficultates eludendas, quas non tollit? Et quidem si in æqualitatibus magnæ respectu tenuissimarum lucis particularum in speculi superficie inveniuntur, innumera puncta seu exigua plana luci obijciuntur, diversis inclinationibus eam repellentia; itaque quodvis ex his planis diverso modo pro sua positione reflectet. Sphæra quippe repulsionis ad minimam à superficie distantiam extenditur, ac plano, cui adjacet, accomodatur: ergo æquæ in hypothesis repulsionis, atque immediati contactus inæqualitas reflexionum locum habet. Quare sit

77 Prop. II. « Quam facultatis repulsivæ hypothesis nullo firmo ratione fulciatur, minus inverisimile apparet, cavitates speculi ab ipsa materia æthereâ repleti, ac complanari, in quam incidens radius lucis æquæ reflectitur, ac si in superficiem levigatissimam incideret. » Hæc quidem expositio difficultatibus non vacat; in argumento tamen obscurissimo illam præferendam quæsumus, quæ minimis urgetur: quare

minus probata illa Newtoni, ac Boschovichii facultatis repulsivæ hypothese, huic tantum locus superesse videtur; saltem dum alia probabilior non adducatur, cui calculus adjicere possumus. Et quidem assumpta in lucis particulis elasticitate perfecta, quum à postico amalgame transfusio ætheris in speculo impediatur; haud agrè concipitur, lucem more corporum elasticorum reflecti debere (15), angulum reflexionis angulo incidentiæ æqualem describendo.

78 Oppones 1. Reflexio in postica speculi parte ab impactu provenire non potest. Probatum inter alia sequenti tentamine, « Si radius lucis in superficiem prismatis incidat sub angulo 40 grad. cum dimidio, pars radii minima in aerem transducitur; major verò pars in curvam inflexa, per oppositam superficiem reflexa transmittitur. Quod si rebus ita dispositis basi prismatis oleum, aut aqua supponatur, major incidentis luminis portio per oleum, aut aquam transfunditur contra autem si omnis aer à posteriore prismatis base subducatur, succedet fortior ac vividior reflexio. Enimverò si ex impactu luminis reflexio contingeret, major ibi haberetur, ubi vitro obex opponitur; contrarium autem provenire, hoc et aliis similibus experimentis ostenditur. » ergo à superficie postica lux non reflectitur. Resp. Hujusmodi phenomena inter naturæ arcana esse anumeranda, quæ nec in hypothese repulsionis sufficienter expediuntur. Sanè incomprehensibile est, eandem vim attractivam et repulsivam quibusdam radius parcere, aliis non item. Ab antica vi

delicet superficie quidam repelluntur, ex quibus clarior imago conformatur; dum alios ab intima superficie attractos liberos abire permittit, donec amore in odium converso ab se repellat, atque ad inflexionem cogat, qua secunda illa imago depingitur. Ut phænomena hujusmodi fortioris reflexionis in vacuo exponant, ad materiam electricam copiosius accurrentem, quando aer extrahitur, nonnulli recurrunt; in qua vires repulsivas mechanicas dari passim omnes admittunt, experientia id ipsum attestante. Alii ab atmosphæra vitri, extracto aere, magis circa vitrum addensata, ejusque poros fortius occludente desumunt. Quod autem per aquam aut oleum lux transfundatur, casus similis est transfusionis ejusdem per corpora pellucida; tum enim quasi quædam est vitri continuatio, quoniam aqua aut oleum ipsius vitri superficiiei intimè adherent. Nullam ex his responsionibus planè phænomeno satisfacere ingenuè fatemur: illud tamen vires repulsivas evincere, neutiquam concedimus. Quare ad severioris examinis utrinam arbitramur esse revocanda ejusmodi experimenta.

79. Opponit. 2. Muschemb. Quam tenuis solis radius per foramen transmissus in pilam, acum, filum, stamen, et alia corpora incidit, umbra multò major, quam à radiis tangentibus definienda foret, post memorata corpora projicitur: ergo vix repellens prædictos radios à corpore separat. R. Aut negandum est, quod cap. 18 idem auctor asserit: radios luminis propè acies corporum inflecti, quod passim ab om-

nibus, ut verum admittitur, aut prædictum phænomenon reapse non tenet, quippe quod ex diametro alteri opponitur. Quare dici potest ab alia quam à pilorum etc. repulsique, ejusmodi majorem umbram originem habuisse; quod quidem diligentius explorandum foret.

80 Opponit. 3. Lex eadem, qua incidit, velocitate reflectitur: at si in superficiem impingeret aliquam celeritatis partem amitteret: ergo à repulsione reflexio oriri debet. R. *dist. min.* aliquam celeritatis partem amitteret, si non ponatur perfectè elastica, *conc. min.*; si perfectè elasticam ponamus, *neg.* Præterea hujusmodi æqualitas angulorum incidentiæ et reflexionis, quemadmodum et celeritatum, ad sensum tantum demonstrari potest: quare nullo argumento metaphysico satis evincitur perfecta æqualitas tum angulorum, quum celeritatum, quæ si vera sit, tantum à perfecta lucis elasticitate repeti potest.

81 Opponit. 4. Lamina vitrea, in quam radii impingunt, ac reflectuntur, in plures alias tenuiores dividi potest; ac proinde tot erunt reflexiones, quot laminæ, seu strata vitrea concipiantur: hoc falsum est, ergo et id undè sequitur. R. *dist. maj.* dividi potest, reapse tamen divisa non est, sed continuata, *conc.*; dividi potest, et divisa est, ut ad reflexionem requiritur, *neg.* Quare tunc multiplicabuntur reflexiones, quum separatæ invicem laminæ impactum lucis singillatim recipiant. In sono hoc argumentum eodem modo instaurari posset, absurdumque probaret id, quod constanti expe-



rientia scimus contestatum: quare si sonus re-  
geritur à superficie oscillante, quin vibrationes  
à diversis corporis stratis multiplicentur, sed  
insimul peragantur, idem in corpore lucem re-  
flectente eveniet, quocumque tandem sint la-  
minæ, in quas corpus reflectens dividi potest.  
Propagationem enim lucis propagationi soni per  
quam simillimam esse, antea jam assumpsimus.

## §. II.

### *De Reflexionis legibus.*

82 Antequam ulterius progrediamus, axio-  
ma generale, quod visionis tam reflexæ quam  
refractæ fundamentum est, statuere oportet, ex  
quo veluti fonte pleraque phænomena derivan-  
tur, atque exponuntur. Nimirum animam nos-  
tram objecta in illam plagam referre, ex qua  
ultimò ab ipsis ferimur; ita ut in illa directio-  
ne objectum existere arbitremur, per quam ab  
illo tandem afficimur. Ex quo et illud proficis-  
citur, objectum à nobis videri, atque ad illud  
punctum referri, in quo axes optici concurrunt,  
quorum beneficio objectum representatur. Quæ  
omnia constanti experientia et sensationum le-  
gibus manifesta sunt.

83 Quod ad leges reflexionis attinet, pri-  
ma illa est totius catoptricæ fundamentum, quam  
in legibus motus reflexi in Physica Generali sta-  
tuimus: *Angulum incidentiæ ubique reflexionis  
angulo æqualem esse.* Quam quidem experien-  
tia constanti, seu à posteriori demonstratam, as-  
serit Orlandus in notis ad Muschemb.; à priori au-

tem seu ab ipsa rei natura, nulla demonstratione hactenus stabilitam esse, quæ non assumat id, quod probare oporteret, aut paralogismo laboret. Sanè quam assertit Lardenna, à perfecta lucis elasticitate initium ducit, quo quidem posito, facilis ejus legis redditur ratio. Verum id poni tantum, nulla verò evidenti ratione stabiliri potest. Quare sequenti obvio experimento rem demonstrare satis sit. Super speculo plano EAG (fig. 5) statuatur semicirculus EFG, ita ut centrum ejus sit in A, et superficies ad speculum perpendicularis maneat. Sumantur æquales arcus EH, GI, sitque objectum in B, oculus autem in C; hic videbit objectum per radium à puncto A reflexum, ita ut si punctum A obtegatur, objectum amplius non apparebit. Enimvero arcus æquales subtendunt angulos æquales (Math. 289): ergo anguli HAE, IAG æquales sunt. Methodo etiam substitutionis, etiamsi à physica eliminandam quidem recens scriptor existimet, demonstrari potest theorema præsens, ut in motus reflexi legibus ostendimus. Nam motus lucis per BA in duos resolvi potest BE, BD, parallelum scilicet et perpendicularem ad superficiem reflectentem: at post impactum in A nullus ex his duobus motibus seu viribus eliditur: nam parallelo BD planum EA nihil obsistit: perpendicularis BE post impactum totus restituitur à lucis elasticitate: motus itaque et directiones integre perseverant, ac proinde per diagonalem AC, cujus parallelogrammi latera DAGC æqualia sunt alterius parallelogrammi BEAD, in quo

resolutæ sunt vires incidentes per diagonalem BA; lux ad oculum resilire debet, angulis utrinque æqualibus descriptis.

84 Corol. Radius BE perpendiculariter incidens in superficiem planam EG (fig. 5), aut etiam convexam vel concavam, in se ipsum seu per eandem viam reflectitur. Nam si per aliam viam regeretur, angulus incidentiæ angulo reflexionis non esset æqualis, contra legem primam. Est enim BEA rectus; quare si semitam aliam affectaret, puta ED, aut EC, quum hæ sint ad planum reflectens inclinatæ, angulum rectum formare non possunt.

85 Lex 2. Radius reflexus AC (fig. 5) in eodem plano BEG ac radius incidens BA jacet, quod plano reflexionis est perpendicularare. Nam si ducatur linea BC, formabitur triangulum BAC, cujus latera sunt lineæ incidentiæ et reflexionis, quæ proinde in eodem plano esse debent.

86 Corol. 1. Ex eodem puncto plani reflectentis unus tantum radius eadem directione reflectitur; ita ut oculus C radium AC solum recipiat ex tali puncto reflexum. Quare etiamsi idem punctum è pluribus locis conspici possit, diversis tamen radiis ab eo reflexis id eveniet, qui semper erunt in eo plano quod oculum, punctum radians et punctum A conjungit (Math. 385). Hinc in superficiebus convexis, concavis, scabris innumera plana concipi possunt juxta diversitatem punctorum superficiæ, quæ diversis planis respondeant, et à quibus innumeris directionibus radii vibrantur, ut idem

punctum è diversis locis conspici queat.

87 Corol. 2. Via radii in superficiem planam incidentis BE, aut BA (fig 5), quemadmodum et radii reflexi AC, EB etc. est omnium brevissima, quam radius peragrarè potest, è tali puncto ad alterum per viam incidentiæ aut reflexionis se transferendo. Esto CB (fig. \*) planum reflectens, A punctum radians, O oculus. Ductis ab A et O ad planum CB perpendicularibus AC, OB, sit I punctum in plano CB, ex quo IA, IO faciant angulos AIC, OIB æquales. Designetur aliud punctum Q hinc illinc, ultra et citra I, in recta CB, ex quo ducantur QA, QO; erit semper  $AQ + QO$  major quam  $AI + IO$ . Producta siquidem AI eo usque offendat OB, productam in V; angulus VIB, quum sit oppositus ad verticem angulo AIC, erit etiam æqualis OIB, qui ponitur æqualis AIC. Angulus  $IBV = IBO$ , quoniam recti sunt: latus IB commune est duobus triangulis IBV IBO. Sunt igitur duo triangula æqualia et latus  $IV = O$ ; sicut etiam  $BV = BO$ . Ducta itaque QV, triangulum  $QBV = QBO$ , quoniam latus QB habent commune, ac latus  $BV = BO$ , et angulus  $QBV = QBO$ , quippe recti sunt: ergo  $QV = QO$ . Enimvero in triangulo AQV duo latera AQ, QV superant tertium AV; nimirum  $AQ + QV$  superat  $AI + IV$ : ergo et  $AQ + QO$  superat  $AI + IO$ .

## §. III.

*De Speculis planis.*

88 Theor. I. «In speculis planis distantia imaginis objecti post speculum apparet æqualis distantia objecti ab speculo.» Dem. Esto AB (fig. 6.) speculum, punctum radians P, seu imago in speculo repræsentanda; oculus sit in  $n$  aut in N: dico objectum in R conspectum iri. Producat tam cathetus incidentiæ PQ, quam linea reflexionis NM, aut ~~nm~~ eo usque dum cathetus et linea concurrant, ex. gr. in R. Quare quum oculus objectum referat ad punctum ubi desinit linea recta NM, quæ est axis visionis, imago in R apparebit. Quod autem  $PQ = RQ$  sit, ita ostenditur. Triangula MPQ, MRQ, latus MQ commune habent, et angulos in Q æquales, quoniam recti sunt, quod pariter in M contingit; quippe angulus QMR ad verticem opponitur angulo reflexionis NMA, qui angulo incidentiæ PMQ æqualis est ex lege prima reflexionis: ergo tota triangula æqualia sunt (Math. 334), adeoque  $PQ = RQ$ . Eadem demonstratio in altero triangulo PmR iterari potest.

89 Corol. I. Ex dictis facile assignabitur in speculo plano distantia, ad quam imago post speculum repræsentabitur: æqualis enim semper est distantia ab speculo: distantia autem imaginis ab oculo æqualis est summæ radorum incidentiæ et reflexionis; quoniam  $MP = MR$ . Et quum objectum sit aggregatum punctorum radiantium vel proprio, vel mutuato lumine, et

singula imaginem formant in concursu catheti incidentiæ cum suo radio quasi post speculum prolongato, imago eandem magnitudinem ac objectum obtinebit. Hoc tamen discrimen solum intervenit, quod partes dextræ objecti sinistris imaginis respondent, et vicissim sinistrae dextris; quia videntur in directione radii reflexi: planum autem est, radium dextrum reflecti versus sinistram partem, et vicissim, ut in globulis eburneis ludi tridiculorum fieri videmus, quum obliquè à dextra ad sinistram, aut contra incidit globulus in labrum, seu repagulum globulis reflectendis destinatum.

90 Corol. 2. Si speculum planum horizontale jaceat, sive in pavimento, collocatum sit, imago objecta inversa apparebit, pedibus sursum, capite deorsum versus respiciente, veluti antipodes incedere nobis fingimus. Idcirco corpora labentia versus speculum ita constitutum, sursum ascendere videntur. Idem evenit, si speculum ad eandem positionem horizontalem in laqueari collocatum sit; objecta inversa videntur, pavementum elevatur, ac per illud capite deorsum versus respiciente ambulantes incedere representantur. Quod si speculum inclinatum sit ad horizontem, pro gradu inclinationis hujusmodi repræsentationes variabuntur.

91 Corol. 3. Objecto ab speculo recedente, imago recedere; accedente, ad ipsum accedere videtur. Nam imago æquè distat post speculum, ac objectum ab ipso recedit; quare crescente, aut imminuta distantia per accessum, aut recessum, idem in imagine repræsentari debet.

Hinc etiam speculo in posteriorem partem inclinato, ita ut quemcumque angulum, puta 45 grad. comprehendat, imago ang. 90 grad. cum objecto efficiet, duplum videlicet spatium conficiens illius, quod ab speculi parte se inclinante decurritur. Tot enim gradus imago post speculum recedit, quod objectum ab speculo, seu speculum, ab eodem removetur; quare simul additis  $45 = 45 + 90$  evadit recessus imaginis ab objecto. Idem in quolibet inclinationis angulo ostendi potest; quæ si in partem anteriorem fiat, inversio imaginis contrario sensu fiet, homo, ex. causa, in speculo versus se inclinato sub angulo 45 grad. distentus apparebit, ita ut frons ad speculum, pedes ab ipso recedant, angulo 92 gr. peracto. Hæc, et plura alia proprio Marte quisque derivabit, si ritè, quæ hactenus explicata sunt, perceperit.

92 Corol. 4. Si pluribus speculis se invicem respicientibus collocatis, ita ut primum alterius imaginem reflexam accipiat, tertium secundi, ac ita deinceps; oculus intueatur imaginem ab ultimo speculo reflexam, eam videbit in distantia æquali omnibus radiis incidentiæ et reflexionis simul sumptis. De prima quidem reflexione satis constat objectum conspici in distantia æquali lineæ incidentiæ et reflexionis ex theor. et corol. 1. Quum autem hæc imago reflexa vices gerat objecti respectu secundi speculi, ejus distantia ab illo æqualis etiam erit lineæ incidentiæ, seu distantia ab speculo et reflexionis ad oculum, si in hoc secundo speculo contempletur objectum. Quare illud re-

motum adspiciet per spatium æquale summæ harum linearum; nimirum si in primo speculo objectum distabat 4 ped., alterum verò speculum ab ipso 8 ped. removebatur, imago 12 pedes post speculum remota apparere debet. Distantia enim objecti respectu habito ad secundum speculum = 12; adeoque imago 12 ped. ab ipso distans, post speculum apparere debet: quare multiplicatis speculis distantia crescit ea proportionem qua invicem distant. Hoc artificio per plura specula continuato in Urbe, diebus Natalitio Domini celebrando destinatis, in representatione præsepis icunculis formata, miras illusiones opticas exhiberi, quotannis testes sumus.

#### §. IV.

##### *De speculis convexis.*

93 Speculum *convexum* est segmentum sphaeræ ABC (fig. 7) radios excipiens è plaga convexitatem respiciente, ac illos reflectens ad partes ejusdem convexitatis BL. *Concavum* autem ABC (fig. 8) est idem segmentum sphaericum, quod radios excipit, et remittit è partibus intra concavitatem comprehensis D, F, E. Utrumque considerari potest velut superficies infinitis speculi planis composita; ut de sphaera diximus, infinitis minimis tangentibus ejus superficiem distendi (Math. 410); adeoque utriusque speculi reflexiones commodè queunt ad specula plana reduci. Omnia enim puncta, seu insensibilia segmenta superficiæ APBNC magis ac magis continenter inflectuntur, et à plano HI



(fig. 7) recedunt. Quare reflexio radii KB eodem modo fit, ac si in speculum HI, quod sphaeram in illo puncto tangeret, incideret. Idcirco anguli incidentiae et reflexionis aestimari queunt aut in plano tangente HI, aut in curva ABC: vel enim erunt KBH, LBI, aut KBA, LBC; quum utrobique pares inveniuntur. Axis autem reflexionis erit BM: catheti autem reflexionis et incidentiae erunt lineae KPD, LND, quae per centrum sphaerae transeant, et in centro D cum axe conjungantur. Cathetus itaque incidentiae B normalis est plano infinite parvo per idem punctum transeunti, quod et de altero reflexionis dictum habe; unde radii hujusmodi in seipsos reflectuntur (85).

94 Corol. 1. Radius reflexus LB si ulterius intra speculum produceretur, cathetum incidentiae KD assequeretur in G: quare quum oculus objecti imaginem videat in concursu catheti incidentiae ac reflexionis ex corol. 1. §. praec., objectum K in G apparebit oculo existenti in L. Ceterum quum objecti et oculi positio respectu superficiei convexae multimodis variari queat, lex generalis haec est;

95 Theor. II. Objectorum imagines in speculis sphaerico convexis apparent inter centrum D (fig. 7) speculorum, et tangentem seu planum per punctum reflexionis B ductam. Triplex casus occurrere potest, in quo veritas theori totum habet. Aut enim imago apparet in puncto aliquo intra speculum, ut modo demonstravimus in positione K, L fieri debere; aut in ipsa speculi superficie, ut in puncto D (fig. 9); aut

inter speculum et tangentem, ut in puncto L (fig. 10). Singuli casus à magnitudine anguli, quem facit cathetus incidentiæ cum axe reflexionis à centro computati, dependent. Si hujusmodi angulus A (fig. 9) anguli incidentiæ BEX duplus sit, imago appareat in superficie D. Si fuerit A plusquam duplus anguli incidentiæ BEF, elevabitur imago atque in L apparebit (fig. 10). Denum si angulus B (fig. 7) minor quam duplus fuerit, in aliquo puncto intra PD imago comparebit. Eadem demonstrationem tres illos casus comprehendentem. Objecti imago semper appareat in concursu catheti incidentiæ cum linea reflexionis usquead illum continuata: enimverò si in primo casu linea reflexionis EG (fig. 10) producat, cathetum incidentiæ BA assequitur in L: ergo ibi apparere debet imago objecti B. Idem in aliis duabus hypothesibus dictum habe. Ceterum in tribus hisce casibus imago semper appareat post planum reflexionis HI, XZ, FI, in figuris 7, 9, 10, in quo convexa cum speculis planis conveniunt.

96 Corol. I. Radii omnes oblique incidentes in speculum convexum, divergentes reflectuntur. Nam speculum convexum AG (fig. 7) censeri debet, veluti infinitis superficiibus planis coalescens, ex quibus singula positionem habent à lateralibus divergentem; quare post reflexionem quolibet superficies radii acceptum emittere debet à lateralibus divergentem. In quolibet enim puncto angulus incidentiæ equalis est angulo reflexionis: idcirco quum singuli radii incident in singula puncta illa, sen

minima plana invicem divergentia, sub eodem angulo divergente versus alteram partem remittantur, necesse est.

97 Corol. 2. In speculis convexis imagines semper apparent objecto minores. Etenim radii à superficie convexa ad oculum remissi, divergentes evadunt; adeoque ab oculo ad speculum convergent, atque imaginem minorem exhibebunt. Ideo eum in speculis planis imago æqualis objecto depingitur, quia reflexio hujusmodi speculi radiorum convergentiam non immutat; quare si in convexis radii omnes sive paralleli sive convergentes, post reflexionem divergentes abeunt, imago imminuta exhiberi debet, eoque magis, quo objectum remotius fuerit ab speculo.

### §. V.

#### *De speculis concavis.*

98 In speculis sphaerico concavis radii incidentes possunt aut paralleli; aut convergentes, aut divergentes in ejus superficiem ABC (fig. 8) ejaculari. Radii DA, EC paralleli occidunt; radii GA, GC divergentes; alii qui ab ipso extra DFE sito proveniunt, convergentes in superficiem ABC inciderent. Verum si objectum aut punctum radians in centro F collocatum sit, omnes radios FA, FC in superficiem concavam perpendiculares remittet; adeoque in se ipsos reflectentur (85). Idcirco si oculus in eodem centro collocatus esset, imaginem nullè confusam, sed citius innumeras imagines simul conspiceret. Nam omnes rectæ à centro circuli

aut sphaeræ ad peripheriam ductæ ipsius radii sunt, ac perpendiculariter in ipsam cadunt: quare in se regeri debent, atque imaginem toties multiplicare, quot sunt puncta reflectentia.

99 Theor. III. «Radii paralleli in speculum sphaerico concavum incidentes, ut AB, ED (fig. 11), parum invicem distantes, ad punctum C reflectuntur; quod ferè medium locum obtinet inter A, centrum speculi, et B punctum superficiæ à radio AB comprehensum: atque idcirco focus speculi nuncupatur.» Prob. Ex centro speculi ducatur cathetus AD: quoniam AB, ED parallelæ ponuntur, anguli alterni CAD, EDA æquales erunt (Math. 299): at etiam CDA=EDA, quoniam incidentiæ et reflexionis anguli sunt: ergo triangulum ACD est isoscele, et AC=CD. Quare posito arcu BD minimo, CB, CD æquales haberi debent, atque adeò punctum C concursus utriusque radii est dimidia pars radii AB saltem quoad sensum. Quod si radius GH magis recedat ab axe, ejus reflexio per HP fiet, et radium AB in puncto r secabit in aliqua distantia à C. Veruntamen erit ipsum ad focum C addensandum concurrere; nam focus punctum indivisibile non est, sed plurium radiorum addensatio, qui circellum quemdam in foco describunt, à quibus valida combustio oritur; quod pauci radii præstare haud valerent. Ex quo satis colligitur spatiolum quoddam à radiis convergentibus occupari, intra quod collectus, atque addensatus satis magnus radiorum numerus ex parallelis radiis AB, ED, GH compositus, cir-

cellus formabitur. Atque hinc est, quod nunquam in dimidia radii parte C adamussim respondeat focus in speculis concavis, sed versus Cr ferè concludatur.

100 Corol. 1. Radiorum igitur vires propè punctum C maxime intenduntur, qui ibi mirum in modum addensantur; ex quo plures effectus fidem penè superantes obtinentur. Speculorum hujusmodi celebratissimum est illud Tschirnausen, de quo plura traduntur admiratione dignissima, quorum præstantiora hic seligimus. 1. Lignum foco speculi admotum conflagrat, quin à vento validissimo combustio impediatur. 2. Aqua intra vas figulinum eidem foco applicata, continuò effervescit; ita ut post pauca minuta evaporetur. 3. Cuprum, argentum etc. in foco liquefiunt: lapides, aliaque corpora liquefactioni minime obnoxia, instar ferri igniti candesciunt: ex his plura, quæ vitrificationem ab igne patiuntur, ut ardosia, statim incandescens post pauca minuta in vitrum mutatur; quemadmodum et tegulæ percoctæ, crucibula solidissima, et vasa figulina pluries ignem perpassa in vitrum nigrum, flavum, aut mixtum reducuntur etc.

101 Schol. Celebratissima fuerunt apud antiquos specula caustica Archimedis, et Procli; ex quibus primus Marcelli triremes, Siracusas valida classe obsidentis, ad 30 nimirum passuum distantiam combussisse fertur: alter Vitaliani naves propè Byzantium pari successu conflagrare fecit. Atque hæc quidem jam inter aniles fabulas relegabantur; eo quoque, obser-

vante Kircherio, speculum Archimedis 120 passuum diametrum habere debuit, quæ moles humana arte major censebatur. Verum celebris Buffonius rem alio modo felici successu tentavit, ac obtinuit. Plura nimirum specula plana mobilia adhibuit, quæ variis inclinationibus subjacerent, ut pro libito focus contraheretur, aut produceretur in magno illo cratere in forma ad sensum sphærico-concavam conformato. Rebus ita constitutis, lignum ad 200 ped. combussit; ad 150 stannum; ad 140 plumbum liquefecit.

102 Corol. 2. Si in puncto G (fig. 8) in quod radii paralleli post reflexionem convergentes uniuntur, corpus lucens aut ardens collocetur, è puncto G ad superficiem concavam advenientes radii GA, GC paralleli reflectuntur per AD, CE, ob angulum reflexionis angulo incidentiæ æqualem. Idcirco hujusmodi specula adhiberi solent ad illuminandas publicas vias, lucerna in eorundem foco constituta.

103 Corol. 3. Quod si è regione speculi ABC (fig. 8) aliud ejusdem constructionis statuatur, radios AD, CE, qui à corpore ardente G paralleli post reflexionem evadunt, perinde ac speculum ABC reflectet ad suum focum; in quo eodem effectus pariet, quos de radiis DA, EC in focum G collectis modò ostendimus. Hoc artificio Thanc Viennæ in Austria ellychnium ad 24 ped. distantiam accendit.

104 Corol. 4. Ex hactenus dictis colliges, ubi imagines objectorum in speculis concavis comparere debeant; nimirum objecta remotis-

sima, ut astra, et sol, ad cujus radios colligen-  
 dos præsertim inventa videntur, in foco  $G$  ap-  
 parent, ubi radii paralleli colliguntur, ac  
 proinde inibi imagines depinguntur. Verum si  
 punctum radians in foco collocaretur, nullam  
 imaginem exhiberet; quoniam radii ab foco ve-  
 nientes paralleli remittuntur, atque adeo nulli-  
 bi concurrunt. Quando verò objectum intra  
 focum et speculum situm fuerit, ejus imago, ut  
 in speculis planis post speculum, et objecto  
 major conspicietur. Est objectum  $AB$  (fig. 12)  
 quod inter speculum  $EF$ , et focum radiorum  
 parallelorum situm sit: radii  $Ae$ ,  $Bf$  objecti ex-  
 tremitates complectentes, quique sine speculi  
 interventu in  $d$  conjungerentur; magis conver-  
 gentes juxta speculi concavi naturam reflectun-  
 tur, atque inde per  $D$  pupillam irrumpentes,  
 in retina oculi demum copulantur. Quare quum  
 animus objecta referat in eam directionem,  
 quam axis opticus respectu oculi affectat; ob-  
 jectum  $AB$  in  $ab$  introspecti debet, majusque  
 apparere, grandiolem suam imaginem depin-  
 gens, quam sit ejus verum volumen; ut anguli  
 incidentiæ et reflexionis æquales evadant. De-  
 mum si objectum statuatur in  $AB$  (fig. 13) post  
 centrum  $G$  speculi, radii pervenientes in  $D$ ,  $T$   
 reflectentur convergentes in  $GH$ ; ibique ima-  
 ginem exhibebant quasi in aere pendulam, et  
 inversam, ac minorem quam sit  $AB$ ; ob ratio-  
 nem contrariam casus modò figurati, dum ob-  
 jectum collocatum est intra focum radiorum  
 parallelorum, et speculum.

105 Schol. Quum una ex Parabolæ proprie-

tatibus, in Math. art. 502 demonstrata, sit, rectas à foco ductas ad punctum contactus cum tangentibus ad parabolam ductis, æquales angulos incidentiæ, et reflexionis facere cum lineis ad axem ejus parallelis, in eodemque puncto concurrentibus; si speculum ad formam parabolicam construatur, et radios à foco venientes, parallelos remittet, et omnes qui in ejus superficiem concavam axi paralleli incidunt, ad focum remittet, inibique congregantur. Ex quo efficacia major his speculis accrescet, quam sphæricis, ob majorem radiorum numerum in foco collectorum. Attamen hujusmodi specula adamussim parabolicæ figuræ conformata construere, res est majoris momenti, quam quæ ab artificibus vulgaribus præstari queat. Idem dicendum de speculis ellipticis, quorum proprietas insignis est, ob duplicem focum, quo figura elliptica (Math. 500) gaudet, radios ab uno ad alterum focum remittere, ibidemque congregare. Quare si in foco ellipseos corpus ardens, aut lucens collocetur, in altero ipsius foco radii colligentur, magnumque lumen, aut incendium parient. Plura qui velit ad Catoptricam pertinentia, Mathematicos adeat, ubi speculorum phænomena latè descripta, ac demonstrata inveniet. Institutionibus Physicæ elementaribus hæc satis, superque sunt, ad notiones juventuti necessariae comparandas.



## CAPUT SEXTUM.

## DE LUCIS REFRACTIONE SEU DIOPTRICA.

## §. I.

*De Causa refractionis lucis.*

106 **D**ioptrica lucem considerat se inflectentem in recta directione, dum à medio rariore in densius, aut contra ex hoc in alterum transmeat; quæ quidem inflexio *refractio* dicitur, ut jam, ubi de motu refracto nobis sermo fuit, exposuimus. Ceterum quum singula fluida densitate ferè discrepent, ac variationes in *refrangibilitate* animadversæ sint, quæ eorundem densitati proportionales non sunt; major aut minor *refrangibilitas* non à densitate, verum à majore, aut minore medii resistantia desumendam esse inter omnes ferè Physicos convenit. Plerumque tamen inter media refringentia aerem, aquam et vitrum tantum considerant, quæ peculiariter dioptricæ instrumenta, ac phænomena scitu digniora comprehendunt.

107 Ut autem ambiguitates, quæ ex diversis angulorum incidentiæ et refractionis designationibus oriri possunt, removeamus; *angulus incidentiæ* sive *inclinationis* nobis erit ACH (fig. 14), quem à radio incidente AC et perpendiculari ad planum refringens RSTV, quod aquæ aut vitri superficiem designat, for-

matum concipimus. *Angulum refractionis* dicemus  $ECD$  à radio refracto  $CD$ , et perpendiculari  $CE$  interceptum. *Angulus differentiae* est  $DCF$ , directionibus radiorum incidentis et refracti interceptus. Ex quo spontè sinus angulorum incidentiæ et refractionis derivantur (Math. 443); nimirum  $AH$  erit sin. ang. incid.  $ACH$ ;  $ED$  sin. ang. refr.  $ECD$ .

108 Constanti omnium Physicorum experientia animadversum est, lucem in refractionibus oppositam ceteris corporibus legem observare. Nam hæc à rariore in densius medium obliquè transmeando, à perpendiculari recedunt, ut, ubi de motu refracto agebamus, demonstratum manet; lucis verò radius  $AC$  in aquam, aut vitrum  $RSTV$  ingressus, si reliquorum corporum legem affectaret, per  $CG$  deflecti debebat, à perpendiculari  $HE$  recedendo. Oppositum autem evenit, ac viam  $CD$  tenens, ad perpendicularem  $CE$  accedit, quin constantem densitatis majoris, aut minoris legem observet. Quum autem ex aqua, vitro; verbo, densiore medio in rarius emergit, ut est aer, si directione obliqua  $DC$  feratur, in ipsum illapsa à perpendiculari  $HE$  recedit ea spatii quantitate, qua prius ad ipsam accesserat. En itaque aliud Physicæ mysterium, et philosophorum systemati addictorum scopulus.

109 Cartesius lucem in aqua, vitro, mediisque densioribus minorem resistentiam invenire quam in rarioribus, posuit; ex quo juxta leges motus refracti ad perpendicularem accedere debere satis perspicuè deducitur. Enimver-

rò hoc demum in quæstione inquiritur, cur densiora media faciliorem aditum luci præbeant, quam rariora, in quo quidem cardo vertitur difficultatis. Perspicuum enim est, lucem, si majorem in corporibus densioribus resistantiam offenderet, à perpendiculari recedere debere, atque in hoc plerique physici à Cartesio minime dissentiant, concedentes ipsam facilius per densiora quam per rariora media transmeare: seu quod in idem recidit, celerius moveri. Quare integra adhuc manet difficultas à solutione Cartesii.

110 Newtoniani facilitatem hujus motus lucis, à rariore ad densius medium transeuntis, à majore attractione corporis densioris provenire contendunt. Ex eorum quippè doctrina aer rarior aqua, vitro, adamante, ceteris, minus lucem attrahit, quam densiora illa corpora, in quæ irrumpens radius lucis AC (fig. 14), vi majoris attractionis ad CE, accedere compellitur. At quare radius ACF magis attrahitur ad CE, quam ad CF, vel CB, vel CV? quare ad hanc perpendicularem CE accedit, quum ad punctum incidentiæ et contactus C æquè attrahatur à parte VCF illum à perpendiculari remove nitente, quam à parte FCE illum adducere conante? Sic interrogabat Para, ceteroqui Newtonianæ attractioni addictus. Plura alia in opinionem Newtoni congeruntur argumenta, quibus enumerandis supersedeo, quandoquidem vel ipsi Newtoniani suam attractionem in refractionibus minus agnoscunt. Candidè igitur fateamur oportet, refractionem lucis arcanum

esse naturæ; ut etiam de reflexione ejusdem professi sumus; quod dum melior lux physicæ non affulgeat tentaminibus physicorum hactenus expositis, obscurius magis redditur, quam illustretur.

## §. II.

*De legibus refractionis.*

111 Lex I. «Radius lucis perpendiculariter incidens, quæcumque sint media, per quæ transmeat, numquam refringitur.» Esto radius KE (fig. 14) ex aere perpendiculariter in aquam, vel vitrum incidens, aut contra; nulla adest causa, à qua ab una in alteram partem inflectatur, quum media, per quæ irrumpit, ubique æqualem resistantiam opponant; ut de corporibus aliis perpendiculariter in diversa media incidentibus ostensum est, ubi de motu refracto egimus: quare eandem semitam insistet, perpendiculariter delatus.

112 Lex II. «In luce, ut in ceteris corporibus, si transitus fuerit obliquus, à medio magis resistente ad minus resistens, refractione fit ad perpendicularem: contra autem, dum à minus resistente in alterum magis ipsi resistens transcenderit, refractione fiet recedendo à perpendiculari.» Quare lux, si rectè loqui velimus, non aliam à ceteris corporibus legem in lapsu obliquo affectare, dicenda est; imò etiam ipsi se adamussim conformare ex eo liquet, quod in densiora quævis corpora obliquè incidens, facilius ea permeat; quæcumque demum rei

causa sit, ac per ipsa faciliorem transitum nanciscitur. Quare lucis radius AC in vitrum aut aquam RSTV obliquè incidens, à recta semita CF deflectens ad perpendicularem CE accedit. Quod si radius CD à densiore medio in aerem irrumpat, semitam CA affectabit, à perpendiculi CH recedendo. Motus enim obliquus, ut in Physica Gen. ostendimus, in duos resolvitur: quare radius AC veluti duabus directionibus AB, AH actus, ad C pervenit, directio quidem perpendicularis AB minorem offendit resistentiam, quam AH: quoniam aqua, aut vinum, quæcumque rei causa sit, minus quam aer ipsi resistunt: ad perpendicularem igitur inflecti debet ex motus refracti lege, ut experientia constanti fieri videmus. Contra verò res eveniet, si radius DC sursum versus obliquè feratur, ac in C aerem magis resistentem offendat, ut ex modò dictis perspicuè deducitur.

113 Lex III. «Sinus anguli incidentiæ et refractionis constantem inter se rationem servant: semper tamen majori obliquitati major, minori minor refractione respondet: nulla existente obliquitate, nulla refractione sequetur.» Imminuto enim angulo incidentiæ ACH, vis AH majorem resistentiam ab aere offendit; quare ad partem minus resistentem magis inflecti debet, quam dum minore obliquitate, seu majore evadente angulo incidentiæ ACH, minor resistentia ab aere opponitur, sensim evanescente directione AH, ex qua parte major oppositio proficiscitur. Ex quo etiam capite

primæ legis demonstratio eruitur, quæ in ultimo membro hujus legis aliis verbis enuntiata est: quoniam in directione perpendiculari obliquitate nulla evadente, directio in duas resolvi non potest; unde rectam semitam affectabit, quin ullam refractionem patiatur ab inæqualitate resistantiæ provenientem: sinus enim utriusque anguli æquales sunt, quotiescumque nulla obliquitas in lapsu KC intercedit; atque adeo angulos rectos KCB, ECM lineæ directionis ante et post lapsum formare pergit.

114 Schol. 1. Quamvis constans semper ratio habeatur inter angulos incidentiæ et refractionis, varia tamen est, si diversa media invicem conferantur: neque alia methodo, quam experientia, determinari potest major, aut minor refractionis, quum nullam habeat ad densitates proportionem. In radio AC obliquè ab aere in aquam incidente sinus AH ang. incid. ACH est ad sinum DE anguli refractionis, ut 4 ad 3. Dum ab aere transit in vitrum, sinus anguli incidentiæ est ad sinum anguli refractionis ut 17: 11. Quum ab aqua in vitrum perineat, ratio invenitur ut 51: 54 etc.

115 Schol. 2. Refractionis, et incidentiæ anguli semper sunt in eodem plano, quod quidem est ad superficiem refringentem perpendiculare. Vires enim refringentes radium AC (fig. 14) eundem attollere aut deprimere possunt juxta directionem ACF, aut FCA pro diversitate mediorum: nulla tamen adest causa, quæ ipsum à plano ABEDG etc. removeat ad alteram partem extra planum avertendo. Qua-

re quicumque sit angulus incidentiæ et refractionis, semper fiunt in plano supradicto, quod ad superficiem refringentem RSTV sit perpendicularare: sive hæc superficies plana sit, ut in figura descripta exhibetur, sive in convexam, aut concavam immutari concipiamus. Nam punctum incidentiæ C in plano RSTV jacet, cui alterum ABCM etc. perpendicularare sit, et commune utrique idem punctum esse debet (84).

116 Corol. Radii lucis à medio aliquo emergentes, eisdem semitas relegunt, quas incidentes tenuerunt. Hinc radius ex D egrediens directione DC per AC iter continuabit, quod radius AC illabens ante tenuerat: quod quidem et observatione constanti, et legibus refractionis modò traditis evenire debere, satis perspicuum est. Ex quo illud etiam spontè fluit, radios omnes parallelos post refractionem *parallelismum*, quod ajunt, observare; quoniam eandem directionem sive illabentes, sive erumpentes ex dictis constanter retineant. Huc adde, radios parallelos eandem ad planum refringens obliquitatem habere (Math. 299), atque adeò angulos æquales facere: quare eandem refractionem, seu angulos refractionis, et sinus æquales habeant, oportet; ex quo illorum parallelismus etiam demonstratur (Math. 300). Et hæc est ratio, cur objecta post vitra utrinque plana nisi insigni crassitudine donata sint, semper æquali magnitudine imaginem suam depingant, radii enim paralleli incidentes, æqualem distantiam semper observant, quin convergen-

tes, aut divergentes evadant; ex quo magnitudinis imminutio, aut incrementum in imagine oriri supra ostendimus. Hinc etiam venit, quod per vitra plana objecta neque augentur, neque minuantur; quare à conspicillis vitro plano confectis nullum juvamentum ad visum perficiendum speres.

### §. III.

#### *Phænomena refractionis exponuntur.*

117 Phænom. I. «Objecta intra aquam oblique visa superficiei propiora videntur; fundusque vasis, fluminis, stagni in quo jacent, aut in quo versantur corpora in aquis innatantia, quæ elatiora nobis apparent, et ipse elatus compareret.» Esto objectum in  $D$  situm (fig. 14), et oculus in directione  $AC$  constitutus: radii lucis objectum  $D$  representantes, per  $DCA$  ad oculum diriguntur; qui objectum sibi exhibitum semper in axe optico, seu linea recta  $CF$  conspiciunt, seu ad illam refert. Idcirco objectum  $D$  non ad punctum  $D$  oculus refert, at in aliquod punctum in  $CF$ , intuetur. Hoc autem punctum ibi esse debet, ubi linea  $CF$  cum catheto refractionis concurrat, quod in casu figurato est punctum  $L$ . En igitur objectum elevatum quantitate  $DL$  apparere debere, cuicumque in directione  $AC$  constituto, corpusque in  $D$  situm observanti; sive in fundo jaceat, sive illic supra fundum versetur. Quæ quum ita sint, et ratio adducta corpora omnia intra aquam existentia comprehendat; si punctum  $D$  fundi



pars concipiatur, elevatum in  $L$  suspectum iri, perspicuum est. Et ut plura paucis concludamus, quæ ex eodem principio derivantur, si linea  $CE$  tamquam murus concipiatur, craterque  $RSTV$  hactenus veluti aqua plenus representatus, ipsa depleri fingatur; radius lucis è puncto fundi  $D$  excitatus, non amplius semitam  $ACD$  percurrat refractus in  $C$ , at lineam rectam in directione  $DC$ , quæ ad aliud punctum supra  $A$  refertur. Quamobrem oculus in quocumque lineæ  $AC$  puncto collocatus objectum  $D$  amplius non intuebitur, quum radii per  $DC$  venientes, supra punctum  $A$  transire debeant: neque alii radii infra directionem  $CD$  ultra progredi, à muro  $CE$  permittantur. Verum si aqua iterum impleri concipiamus craterem, radius  $DC$  in puncto  $C$  ubi labrum muri desinit refractus, per  $CA$  feretur, ut antea ostensum, manet; atque adeò objectum, quod antea non comparebat, visibile fiet. Hoc jam in *Phys. Gen. dissert. ult.* ubi de astrorum parallaxi disseruimus, etiam declaratum manet; et quisque facile experietur, nummum aliquem in cratere aqua depleto collocando, ac sensim recedendo donec à labro vasis nummus occultetur: aqua subindè immissa nummus apparebit, qui antea conspectui se subtrahebat, à refractione videlicet quasi supra locum suum delatus.

118 Phænôm. 2. «Remus, baculus, cetera in aqua partim immersa, confracta videntur.» Esto baculus  $CDO$  (fig. 15.) intra aquam  $AB$  immersus; oculo in  $HP$  existenti figuram  $CDN$  representabit: idcirco pars  $DN$  quasi à  $CD$

recedens, seu infracta apparebit. Sumamus punctum E sub aqua, à quo radii EG, EK proficiscuntur; hi tamen in GK refracti per GH, KP incedet. Oculus itaque in HP positus directione HF, PF ad punctum F referet, in quo et objecti punctum E suspiciet. Idem de ceteris punctis dictum habe; unde pars DO in DN videbitur, quasi recedens, seu contorta ex D ad N.

119 Phænom. 3. «Objecta intra aquam visa apparent majora.» Passim hujusmodi phænomenon in piscibus aquæ innatantibus observamus, quorum moles minor, quando extrahuntur, apparet, quæ major in aqua videbatur. Esto in fundo stagni, aqua pleni, piscis DB (fig. 16): si stagnum aqua depleretur, sub angulo DAB oculo compareret; dum tamen intra aquam existit, fasciculi radiorum, quos è punctis D, B emittit, in superficie aquæ *mr*, *ns* à perpendiculari PD, aut PB recedendo per *mp*, *nx* ad oculum feruntur. Idcirco oculus in A constitutus, puncta D, ac B in directione *pd*, *xb* intuens, piscem in *db* elatum, et majore, aquam re ipsa habeat, mole apparentem observat. Hoc ipsum de reliquis objecti punctis dictum habe, quoniam omnia easdem refractiones subeunt ab aqua in aerem transeundo, quin opus sit tot linearum descriptione confusionem in mentem inducere. Ex horum phænomenorum expositione plura alia proprio Marte enodabis, quæ ab eadem refractionis causa proficiscuntur; ex. gr. eosdem montes ab eadem statione, quandoque majores, quandoque minores videri. Aer

nimirum atmosphæricus juxta diversam cœli temperiem nonnumquam rarior, alias densior fit: quapropter radii à montibus per atmosphæram transmissi, majorem vel minorem refractionem patiuntur, ex qua angulus visualis augetur, vel minuitur; adeoque apparentia etiam variari debet.

#### §. IV.

##### *De Lentibus convexis.*

120 Ut omnes formas, quas in lentibus observamus, quasi uno intuitu comprehendere possimus, in figura 17 omnes ordine exhibemus. In numero primo illa exponitur, quæ utramque faciem planam habet, re ipsa tamen lens dici nequit, sed vitrum utrinque planum; quemadmodum et reliquæ, si *convexo-convexam* excipias, propriè loquendo, lentes non sunt, sed vitra tali figura donata, quæ lentis formam quidem certè non habent. Usui tamen sui servientes, sequentes numeri in figura suo ordine lentes, hic annumeratas continent: 2. *plano-convexam*, ex altera parte superficie plana, ex altera convexa: 3. *plano-concavam*, superficie plana et concava: 4. *convexo-convexam*, duabus superficiebus convexis: 5. *concavo-concavam*, utraque superficie concava: 6. denique et 7. *meniscos* exhibent, superficie altera convexa, altera concava constantes. Omnes à numero secundo recensitæ, sunt portiones quædam, seu segmenta sphæræ, cujus centrum invenietur eo modo, quo centrum arcus circuli in figuris planis inveniri docuimus (Math. 309).

121 Lenx utrinque convexa sunt duo æqualia sphaeræ segmenta quasi sibi mutuò copulata. Sic lens LF (fig. 18) ex duobus segmentis æqualibus LbbF, LccF formata concipitur, reliquo intermedio segmento evanescente. Focus est spatiolum, in quo radii concurrunt à lente collecti, ut est punctum A aut O, in quo radii paralleli,  $cd$ ,  $cd$  post refractionem colliguntur. Ejus axis est ApO, et poli A, O. Perpendicularis, à qua norma refractionis desumitur in quacunque lente, est recta normalis ad planum illius puncti in quo incidit radius, uti sunt lineæ Pq, Pq ad puncta  $c$ ,  $b$ , quæ plano per hæc puncta transeunti normalia sunt.

122 Prop. I. Radii lucis in lentem convexo-convexam, aut plano-convexam incidentes, post transitum in aliquo puncto uniuntur, ad axem convergendo. Dem. Incidant radii  $cd$ ,  $cd$ , (fig. 18) in lentem LF, in punctis  $c$ ,  $c$  refringentur, atque adeò ad perpendiculares Pq, Pq accedunt, et convergentes fiunt. In egressu in aerem rario-rem incidentes, in punctis  $b$ ,  $b$  iterum refringuntur, et quia majorem ibi resistentiam inveniunt, à perpendiculari recedunt, quæ est Pb ex lege 2. refractionis; quare magis adhuc convergent, atque in puncto A concurrent. Quod si lens ex parte LeF plana concipiatur, radii  $dc$  in eam perpendiculariter incidentes non refringentur: in egressu tamen à vitro in aerem refractionem subibunt, atque idcirco convergentes fient, ac tandem concurrent, ut modò ostensum est.

123 Corol. 1. Si inter objectum et oculum

in  $O$  positum intercedat lens utrinque convexa  $LF$ , objectum  $A$  apparebit in  $a$  loco remotiore à lente, quam est ipsum objectum. Nam radii  $Ab$ ,  $Ab$  ab objecto remissi in  $b$ ,  $b$  refringuntur ad perpendiculara  $p$ ,  $p$ , atque idcirco minus divergentes redduntur: deinde egredientes ex altera parte  $c$ ,  $c$  iterum refringuntur, à perpendicularibus  $pcq$  recedendo ex lege 2.<sup>da</sup>, ac per  $cd$ ,  $cd$  ad oculum  $O$  perveniunt. Hi autem radii ad alteram partem retroducti in  $a$  uniuntur, ad quod punctum oculus  $O$  per lineas  $da$ ,  $da$  objectum  $A$  refert, perinde ac si radii inde procederent, ut ex axioma generali visionis habemus.

124 Corol. 2. Per lentem convexam objecta apparent majora. Etenim si per lentem  $mn$  objectum  $AB$  (fig. 19) oculo  $E$  representetur, ob refractionem radiorum in vitro, qua ad punctum  $C$  accedunt, punctum  $A$  per radium refractum  $AmD$ , et punctum  $B$  per radium  $BnD$  exhibetur. Quamobrem objectum  $AB$  sub angulo optico  $mDn$  representabitur, cujus lineæ productæ in  $ab$  desinunt; ac proinde objectum majus, ac remotius in  $ab$  depingent. Quod si lens abesset, objectum  $AB$  sub angulo optico  $vDx$  comprehenderetur, qui justam objecti magnitudinem præsentaret; quam auget refractione ea quantitate, qua angulus  $mDn$  alterum  $vDx$  superat. Alii radii, ut  $AR$ , qui extra axem opticum  $CD$  jacent, ad visionem non concurrunt, atque adeo evanescent, ut  $H/m$ .

125 Corol. 3. Quo plus convexitatis lenti tribuitur, radii  $cd$  (fig. 18) minus divergunt, ci-

tiusque conjunguntur; quare retroducti tardius concurrent, atque objectum remotius exhibebunt. Ex quo deducitur, per convexiores lentas objecta longius removeri, ac remotiora videri quam per minus convexas.

126 Corol. 4. Si lens convexa segmentum fuerit minoris sphaerae, aut exigua sphaera, objectum valde amplificatum exhibebit. Nam sphaera minor maxime convergentes facit radios in ejus superficiem incidentes; qui retroducti per lineas visuales, qua objectum conspiciatur, magnam divergentiam obtinere debent. Atque haec est ratio, cur microscopia, quae lentes sunt minores, seu parvae sphaerae segmenta, objecta nimis augment, ita ut animalcula tenuissima, eorumque exilissimae partes nimium aucta cernantur.

127 Corol. 5. Lentes convexae radios aëlis, qui ad sensum paralleli è tanta longinquitate adveniunt, in focus colligunt, seu in punctum aliquod in axe lentis situm. Sunt radii solares *cd, ed*, (fig. 18) parallelè incidentes in lentem *LF*; post primam refractionem in *cc* ad perpendiculari *pq* accedunt, atque adeò convergentes fiunt: in secunda refractione in *bb* in aerem irrumpentes iterum refringuntur, sed à perpendicularibus *pb* recedendo; quare magis adhuc convergent per *bA* incedendo, donec concurrant in *A*. Hinc radii omnes, seu radiorum fasciculi hanc semitam tenentes, in hoc puncto collecti, atque addensati ignem excitabunt, si corpus combustibile in hoc puncto locatum invenerint; ut de speculis concavis etiam ostendimus.

## S. V.

*De Lentibus concavis.*

128 Prop. II. «Radii lucis in lentem concavo-concavam, aut plano-concavam incidentes, post refractiones magis divergunt.» Prob. Incidunt radii M, N in lentem concavam (fig. 20), post refractionem ad perpendicularem accedent, adeoque divergent; quum omnia sensu contrario fieri debeant, atque in lentibus convexis peraguntur, in quibus radii incidentes ob convexitatem convergunt. In exitu autem, seu secunda refractione, adhuc magis divergent ob recessum à perpendiculari; quare radius M ad S; N verò ad V pervenient, invicem semper divergendo. Quod si lens plano-concava fuerit BDF (fig. 21), radii paralleli in superficiem planam incidentes, ut ED, GI nullam refractionem subeunt, quia perpendiculariter incidunt; in egressu autem radius GI, qui oblique exit in aerem, à perpendiculari CH recedendo per IL feretur à semita recta deflectens GK; radius verò EA, quum sit lentis axis, et proinde normalis utrique superficiei, semper insistit via recta.

129 Corol. 1. Objectum MN (fig. 20) per lentem concavam conspectum minus apparet, quam re ipsa sit. Nam post refractiones radii visuales per directiones SX, VZ ejus imaginem repræsentabunt, quæ magnitudine XZ comprehendetur. Quo igitur lentes hujusmodi minores fuerint, seu minorum sphaerarum segmenta,

imagines adhuc minores repræsentabunt ob majorem radiorum divergentiam, quam à curvatura majore augeri, vel ex eo liquet, quod in lentibus convexis minoribus radiorum convergentia, atque ex ea angulus opticus augeatur, ut corol. 4 præcedente animadversum jam fuit.

130 Corol. 2. In lentibus concavis objecta proximiora apparent, quam re ipsa sint. Radii enim  $MN$  ab objecto missi, ut corol. præc. ostensum est, post refractiones ad  $S$ , et  $V$  pertingunt. Idcirco oculus, qui in directione recta  $SX$ ,  $VZ$  objectum semper videt, atque ad puncta, quo directiones diriguntur, ac desinunt, refert; imaginem videbit in  $XZ$  conformatam. Hæc omnia ita evenire, experientia constanti habemus, tam in lentibus convexis, quam in concavis; ex quo adjumentum oculis presbytis ac myopibus procuratum est: quoniam vitra convexa objecta remonent, concava viciniora reddunt. Hinc presbytæ, qui objecta viciniora ob humoris crystallini, depressionem discernere satis non possunt, conspiciillis nonnihil convexis utuntur, quæ objecta removendo, et convexitatem humoris crystallini quodammodo supplendo, radios ad fundum, retinæ debito modo congregant, ut objecti imago ritè depingatur. In myopibus verò ob majorem, qua par est, pupillæ convexitatem radii ante retinam uniuntur; unde à lentibus concavis disgregati, divergunt, atque imaginem in retina depingunt. Conspicillorum inventio Salvino de Armatis Florentino tribuitur, qui anno 1317 decessit; ut in epitaphio ad ejus sepul-



orum in Ecclesia S. Mariæ Majoris Florentiæ legebatur. «Qui iace Salvino d'Armato degli Armatori di Fir. inventor degli occhiali. Dio gli perdoni le peccata. Anno D. MCCXVII.» Idcirco ad finem sæculi 13, hujusmodi inventum merito refertur.

131 Corol. 3. Denique in lentibus concavis nullus est focus realis, in quo radii congregentur; unde ab his frustra speres corpus aliquod comburere, aut ignem excitare, quod à convexis obtinetur. Radii quippe paralleli venientes, post refractionem divergentes exeunt; unde in punctum aliquod congregari nequeunt, ubi incendium excitetur.

## §. VI.

### *De Machinis dioptricis.*

132 Ne multus sim in his machinis describendis, quarum longior expositio apud Dioptricæ scriptores videri potest; breviter *telescopii*, ac *microscopii* theoriam exhibebo, prout ad rem nostram satis est, radiorum tantum directionem in lentibus considerando. Telescopia dioptrica, quibus objecta remota clare, ac distincte conspiciuntur, ferè in omnium manibus versantur, ita ut eorumdem interna dispositio facili negotio investigari queat. Telescopium Galileanum duabus lentibus convexa et concava constat EF, RQ (fig. 22); quarum prima RQ *ocularis* dicitur, quod ad oculum applicetur; altera *objectiva* EF, quæ ad objectum convertitur. Ex singulis punctis objecti ABC radii in lentem convexam feruntur; ex quibus BE, BF ita re-

fringuntur in E et F, ut à convexa lente convergentes exeant, ac uniri deberent in puncto P, quod focus *realis* est lentis convexæ EDF. Quare si altera lens concava HIFG ita statuatur, ut ejus *imaginarius* focus (realem enim focum lentes concavas non habere, modò diximus) sit punctum P, radii, qui illa remota, in hoc puncto colligi deberent, ob ejus interpositionem dispergentur, atque in oculum ferè paralleli incident per GK, FL. Idem de aliis fasciculis radiorum ex A et C provenientibus dictum habet: idcirco radii FH, EI, qui ita convergentes in illius superficiem incidunt, dispergentur, ac ferè paralleli GK, FL in oculum ingredientur. Similiter de aliis ex A, vel C provenientibus dicendum est; qui objectum, seu imaginem ita delineabunt, ac si ipsum in P reperiretur. Unde quo major est angulus QPF, sub quo objectum conspicitur in telescopio, altero APC, quo nudo oculo videretur, tanto illius imago, seu objecti magnitudo augetur: quum in directione anguli optici objectum intueamur. Verum ex lentis concavæ proprietate plures radii in ipsa refracti emittuntur nimium divergentes, atque adeò in oculum LMK non ingrediuntur propter pupillæ LK restrictionem: quamobrem plura objecti puncta occultantur; maximè si angulus opticus, sub quo objecta videntur, nimis apertus sit, atque objectum nimium augeat. Unde telescopium astronomicum inventum est, quo hoc incommodum vitaretur; ac major *campus*, ut optici loquuntur, in objecto aperiretur.

133 Esto igitur objectum ABC (fig. 23), è quo fasciculi radiorum A, B, C emissi in lentem EDF incidentes refringuntur, ac convergentes imaginem in punctis GOH depingunt: deinde verò decussati incedunt, atque in lentem QR incidunt, à qua iterum refringuntur; ita ut formantes angulum RPQ, pupillam ingradientur, imaginem in retina LMK denuò conformaturi. Itaque quum plures radii ab utraque lente colligantur, et convergentes ad oculum remittantur, clara et distincta visio objecti inde nasci debet: atque objectum ipsum velut in O positum sub angulo QPR in imagine satis ampla oculo exhibebitur; quasi per lineas RP, QP continuatas suspiceretur. Ceterum imago inversa repræsentari debet, ut in GH conspicitur; quum oculus eo situ objectum contueatur, quò radii KR, LQ ejus imaginem ad oculum deferunt, ut de visione agentes ostendimus. Nam per telescopia non objectum ipsum, ut in visione directa, at imago GH intra tubum conformata oculo repræsentatur; quemque situm intra telescopii *campum* habuerit, eundem in visione, seu repræsentatione respectu oculi obtinebit. Quamobrem telescopium ejusmodi usibus astronomicis tantum applicatur: figuræ inversione in astris nihil observationibus lædente; quod tamen ad terrestria objecta prorsus incommodum foret, nisi multiplicatione lentium huic malo industria occurrisset.

134 Telescopium *terrestre* audit hæc machina, quatuor lentibus instructa, à quibus imago, quæ in telescopio astronomico inversa apparet,

ad naturalem situm restituitur. Nam quæ in duobus tantum lentibus GH, CD (fig. 24) inversa appareret in EF, si oculus in R applicaretur; post refractionem in lente IK objecto conformis depingitur in LM, atque ab oculo S, in cujus retina PQ delineatur, in LM conspicitur. Lentes additæ objecti magnitudinem nihil immutant; quandoquidem angulus GRH æqualis est angulo NSO, qui est angulus opticus, sub quo objectum oculo apparet, ac objecti determinat magnitudinem. Hujusmodi telescopia ad objecta valdè remota dispicienda adhibentur, quæ nudis oculis occultarentur, aut nimium confusa ob anguli exiguitatem, quo ejus partes in retina delineantur, repræsentarentur. Objecti enim claritas crescit in ratione inversa distantiarum; in eaque ratione anguli optici etiam distenduntur. Atque hinc est, quod objectum remotissimum, quod ob exilitatem anguli dispareret, aucto per lentes angulo, sub quo apparet, distinctius videatur.

135 Præter jam enuntiata, quæ telescopia refractionis appellantur, alia reflexionis inventa sunt à Newtono et Gregorio. Gregorianum tamen Newtoniano commodius habetur. Constat hoc telescopium Gregorianum metallico speculo concavo HG (fig. 25), quod in tubi DD fundo collocatur, ut radios AG, BH per tubi extremitates liberè ingredientibus excipiat. Contra hoc speculum, quod ut vides perforatum esse debet, alterum situm est, concavum etiam et metallicum IK ultra focum *hæ* magni speculi GH, in quo imago delineatur. Ad alte-

ram extremitatem tubi DD, in qua situm est magnum speculum HG, parvus tubus mobilis aptatur LM *ml*, in quo duo vitri oculares Ll, Mm collocantur. Jam sit objectum AB remotissimum, quod radios emittens per A, B in tubum DD introducat, ac per AG, BH ad speculum, quod contra est, remittat. Hujusmodi radii ab speculo concavo (99) convergentes reflectuntur, atque imaginem inversam *ab se se* decussantes in foco delineant; deinde ita decussati in parvum speculum IK divergentes incidunt; quod nova reflexione ad lentes oculares convergentes remittit, ita ut in Ll refracti novam imaginem forment *cd*, cujus radii iterum refracti in ultima oculari lente Mm, objectum sub angulo *nOp* repræsentabunt, à cujus amplitudine provenit augmentum in imagine.

136 Schol. Telescopii inventionem, à qua Astronomia et Physica cœlestis maxima derivant emolumenta, quibus si caruissent, adhuc in infantia versarentur nobilissimæ hæc duæ scientiæ, ut Homeri olim patriam Græciæ urbes sibi invicem disputabant, sic nunc plures nationes suam esse confirmant. Joannem à Porta Neapolitanum quidam telescopii inventorem proclamant; Metium Batavi; Galileum Florentini; Simonem Marium Germani. Quod tamen vero apparet similis est, hujusmodi inventum, ut pleraque alia casui deberi. Zacharias Jansen, artifex Middelburgensis, quadam die filios vitris conspiciolorum in officina, ut moris est pueris, ludentes, audivit exclamantes: turrem, in qua campanæ solent in templo collocari, quæ con-

tra ipsos erat, majorem, ac propiorem quam solebat nudis oculis; conspici, situ tamen inverso. Rem ipse expertus, lentes duas convexas rudī minerva aptavit, ut phænomenon civibus occurrentibus ad spectaculum exhiberet. Ceterum nihil amplius tentavit, ut ad meliorem formam inventurū redigeret, atque ad majora promitteret; quod alii artifices ejusdem civitatis paulatim præstare cœperunt. Evulgata deinde per Europam rei novitate, plures alii scientiarum adjumento rem promovere tentarunt; inter quos Metius, Galileus, Marius primi meritō habentur.

137 *Microscopium*, cujus inventionis gloriam Galileum et Drebbelium dividunt auctores; vel *simplex* est, vel *compositum*. Primum unica lente constat utrinque convexa, quæ quo minore diametro donatur, objectum majus repræsentat (126). Gutta aquæ exilissimā, aut foramen acūs aciem non excedens, in lamella metallica apertum, vices etiam gerunt microscopii. Radii lucis in lente admissi, qui ceteroqui divergentes abirent, convexitatis beneficio refringuntur, atque ad oculum ferè paralleli adveniunt; ex quo in retina exilissimi objecti imago valdè augetur ea lege, ut si apparens objecti diameter veram diametrum decies superat, apparens objecti superficies veram centies excedat (Math. 379.); ac soliditas, sive moles apparens veram millies superare debeat (Math. 437). Quare minimè mirandum est, microscopia quædam millionesies objecta augere: computante enim Barker, lens, cujus focus ad 50

centesimas pollicis, seu ejus dimidium focum haberet, diametrum objecti 16; superficiem 256; molem 4096.<sup>es</sup> auget: quæ verò ad 1 centesimam pollicis focum habeat, diametrum 800, superficiem 640,000, soliditatem 512,000,000 auget.

138 Microscopium compositum duabus, aut tribus lentibus constat, ita ut telescopium inversum referat, cujus lens objectiva ad oculum, ocularis ad objectum convertatur. Directionem radiorum in hoc instrumento descriptam habes in figura 26; ubi radiorum fasciculi, qui è punctis A, B divergentes in Ad, Aa, Bd, Be exierant ab objecto, post refractionem à lente *dce* convergentes remittuntur, ita ut imaginem in EF depingerent remotis lentibus intermediis. Verum in lente Dgf denuò refracti, objecti imaginem in *ab* depingunt, quæ ad oculum radios postremò refractos in lente F, sub angulo *hOk* introducit, à quo angulo apprensus objecti magnitudo determinatur.

139 *Microscopii solaris*, quod numquam vidi, descriptionem à Para transcribo. Inventum hoc Lieberkun Anglo debetur, qui anno 1743 illud evulgavit. Sit conclave omnino obscuratum, in cujus fenestra solem respiciente tubus in MN collocetur, speculo AB (fig. 27, 28) solis radios in tubum transmittente. Ut horum semita introspiciatur, ejus partes in fig. 27 observare oportet. Lens CD ad extremitate m tubi fenestram respicientis, radios RST ab speculo reflexos et parallelos excipit, quos rēf ractos et convergentes in exile vitrum pla-

num  $EF$  propè conum lucis collocatum remittit, in quo imponuntur objecta, ut in aliis microscopiis fieri solet, puta culex, teredo, cetera. Minima lens  $mn$ , cujus focus brevissimus paullo propior esse debet, quam focus lentis  $CD$ , cujus radios amittit, et refringit; ut objectum in  $EF$  collocatum intimè permeantes transeant, ac in  $mn$  verticem forment coni lucidi  $CD$ . Ponamus radiorum fasciculum  $Da$  per insecti caput transire,  $Ca$  per aliud insecti extremum, et quid juxta refractionis leges continget, videamus.

140 Primò fasciculus  $Da$  constat radiis convergentibus, qui concurrere debent, et divergentes fieri inter objectum  $a$  et focum minoris lentis  $mn$ . Radii ergo  $Dam$  pervenient divergentes ad lentem  $m$ , et fient convergentes  $mn$  paullo longius, quam distet hujus lentis focus. Fasciculus hic  $Da$ , qui per insecti caput transit, et ejus imaginem induit, concurret ultra lentem ad punctum  $G$ , ubi capitis insecti imaginem depinget. Idem de fasciculis  $Ca$  dicendum, qui in  $H$  infimæ partis insecti imaginem delineabunt. Ratio cur imago  $GH$  mirum in modum amplificata sit, seu conus  $HmnG$  tanto magis divergens sit, quam conus  $CaD$  est, quia radii omnes conum  $CaD$  componentes inflectuntur, et divergunt, dum transeunt per exiguum laminæ plumbeæ foramen, qua ad partes objecti  $a$  lens obtegatur. Hoc habet singulare hoc microscopium, quod objectum  $a$  imaginem suam promiscuè pingit in  $HG$ , in  $ff$ , et in  $ss$ . Radii enim convergentes  $mG$ , qui per



quodvis punctum capitis insecti transierunt, intensissimi et fermè paralleli post refractionem ad sensum concurrunt tum in  $G$ , tum in  $f$ , tum in  $s$ . Idem dicas de radiis  $nH$ , qui infimam objecti partem permearunt. Ope hujus microscopii pulex nitidissimè arietis magnitudine apparet, capillus baculi instar, casei tinea testudinum instar diametro duorum vel trium pollicum. Nihil tamen jucundius visu, quam sanguinis circulatio in ranæ mesenterio, aut in pisciculi cauda hoc instrumento visa: tabulam geographicam te videre putares, in qua plures fluvii re ipsa fluerent.» Sed nos ad alia properamus.

---

# DISSERTATIO II.

## DE AERÈ.

---

**P**lura hic tradenda veniunt, quemadmodum etiam in dissertatione sequente, quæ Chemicorum recentiorum inventis ut plurimum debemus; à quibus et nova nomina conficta sunt, ut sua inventa melius explicarent, et quodammodo illustriora redderent, et antiqua aut minus recentia penitus explosa, quæ etiamnum in physica recentiore usu consecrata tenebantur. *Phlogisticum* ac *dephlogisticatum* à Stahlio, Macquero, aliisque, quæ veluti phænomenorum fontes, quæ in combustionem, respirationem etc. observabantur, sancita erant; à Morveau, Placeo, Lavoisiero, Brissoni, Dandolo à Chemia et Physica penitus exulare iussa sunt, ejusque vice funguntur *gas mephiticum*, *gas oxygenium*, seu *acidorum generator*, *caloricum*, seu materia caloris etc., ut postea, ubi de fluidis aeriformibus sermo erit, exponemus. Quæ tamen à Chemicorum tentaminibus desumemus, apud ipsos fusè tractata invenies, quin nos ad eorum experimenta singillatim describenda descendamus, quæ à nostro

scopo nimium devios nos abducerent, atque ut in majorem molem opus excresceret, adduceremur. Quare exposita aeris, ac fluidorum aeriformium natura, ad sonum, ac meteora, quæ ab aere generantur, exponenda descendemus.

## C A P U T P R I M U M.

### *De Aeris natura, et proprietatibus.*

141 **A**er est fluidum invisibile, elasticum, grave, inodorum, sonorum, compressionis capax, à frigore condensabile, dilatabile à calore, viventium respirationi necessarium, combustionis corporum præcipua causa, vaporum, et exhalationum receptaculum, atque omnium ferè naturalium effectuum, qui in terrestri nostro domicilio peraguntur, eximius promotor. Peculiare corpus non esse aerem, sed vaporum, atque exhalationum congeriem, quæ ex terrestribus corporibus in tenuissimas particulas dissecta, ac circa tellurem pro ratione densitatis circumfusa, fluidum hoc componeret, quod atmosphæram et aerem nuncupamus, quidam existimarunt; quibus calculum adjicere videtur Lavoisierus, cumulum esse diversorum gas juxta diversas specificas gravitates dispositorum, ex quibus atmosphæra coalescat, ac distendatur, insinuans. Verum hujusmodi opinamentum paucos habere video sectatores. Quidquid tamen de hoc sit, quod non facilè ab experimentis aut ratione definietur, certum est aerem verum esse corpus; quum notum sit caractericis cor-

porum proprietatibus donari *tangere enim, et tangi., nisi corpus, nulla potest res.*

142 In duplici statu considerari potest aer; nimirum prout est fluidum quoddam ab aliis natura diversum, diciturque *aer purus*; vel ut corpus plurimis heterogeneis particulis refertum, à quibus ægrè separatam concipias; in quo statu aer *impurus* audit, ab eoque *atmosphæra* terrestris componitur, quæ nihil aliud est, quam aer ipse circum terram ad quamdam altitudinem diffusus, et corporum terrestrium exhalationibus refertus, in quo *meteora* ob talium particularum permixtionem eduntur, quæ passim suspicimus, ut sunt nubes, fulgura, ignes fatæ, aurora borealis, cetera.

143 Prop. I. «Aer est fluidum grave, suam exercens gravitatem et pressionem, ut cetera fluida, de quibus in hydrostatica disseruimus.» Veritas hujus propositionis, quæ ab omnibus hodie ut indubia admittitur, ex *barometri* et *machinæ pneumaticæ* experimentis perspicuè demonstratur. *Barometrum* quod et *Baroscopium* solet etiam ab aliis nuncupari, hoc nomen sortitus est à pondere aeris, quod indicat mercurii elevatione, ac citius *aerometrum* dici deberet. Hæc machina adeo omnibus nota est, ut ab ea describenda supersedeamus. Ejus inventor fuit Torricellius Florentinus, Galilei discipulus, unde et *tubus Torricellianus* ab scriptoribus solet etiam nuncupari. Perspicuum autem est, mercurium ad altitudinem 28, aut 29 pollicum juxta varias *atmosphærae* affectiones se sustinere non posse

contra nativæ gravitatis inclinationem; nisi ab alio pondere in æquilibrio retineatur, ut ex staticæ principiis notum est. Tubus enim quasi lanx quædam inversa concipi potest; quæ cum aerea columna phialam retortam, in quam desinit tubus, premente, in æquilibrio ob æqualia utrinque pondera sustinetur. Quod autem à nulla alia causa columna mercurii contra nativam gravitatem erecta detineatur, quin subsidat; duobus experimentis facili negotio conficiendis ostenditur. Ac primo quidem parte superiore vitrei tubi disrupta, quæ *hermeticè*, ut ajunt, clausa, aeri ingressum in tubum prohibebat, mercurius statim subsidit, atque in phialam descendens, ut in siphonibus recurvis, ad æquilibrio et libellam ex utraque parte componitur (Phys. Gen. 331). A quonam igitur hæc mercurii depressio, nisi à pondere et nativa gravitate, cui obedire tenetur, quando utrinque ab aere æquè premitur, ut in casta figurato perspicuum est accidere? Ab aere itaque ex altera parte ipsum prementè in officio antea continebatur, ne decideret, ut in bilancè æquis ponderibus æquilibrata fieri videmus. Ex quo illud etiam obiter notandum, columnam aeris phialam prementis, et columnam mercurii in barometro contentam, æquè premere, et ab ejus altitudine supra superficiem mercurii in phiala stagnantis aeris pressionem determinari.

144 Aliter idem tentamen institui potest, barometrum ad summitatem montis excelsi, aut ad apicem turris à solo valde assurgentis

deferendo ubi imminuta columnæ aeræ altitudine, mercurius sensim deprimitur, ut primus expertus est Perrier, Paschaliò hortante, in summitate montis à Gallis *Puy de Dome* dicti, propè Cleremontium in Alvernia. Nam differentia à radice ad summitatem montis notata tribus pollicibus cum linea æqualis fuit. Quæ quidem differentia non temporis momento observata, sed per gradus in ascensu et descensu notata fuit; ita ut dum Perrierus ascenderet, minueretur, augeretur, quum descenderet, barometri altitudo. In machina etiam pneumatica, quam statim describemus, educto aere, mercurius subsidit; restituto aere, ad pristinam altitudinem assurgit: quare à gravitate aeris mercurius in officio continetur, ne descendat, cum ipso ad æquilibrium constitutus, dum manet suspensus.

145 Schol. Quoniam barometri mentionem fecimus, juvat ea, quæ ad hujus machinæ utilitatem, et notionem attinent, breviter colligere. Quotidiana experientia novimus, barometri altitudines varias esse in singulos dies, imo quandoque intra brevissimum tempus notabiliter variare. Hoc phænomenon à majore, vel minore atmosphæræ pressionem quidem certè provenit. Verum effectum causæ proportionalem non esse, suspicari quis posset ex eo, quod dum pluvia imminet, ac proinde atmosphæra vaporibus gravior est, altitudo barometri multo minor, quam tempore valdè sicco ac puriore atmosphæra existente, notetur. Animadvertendum tamen cum Muschembroek, diversas ca-

se modificationes atmosphæaræ, quæ pressionem aeris augeant aut minuant, pro tempestatum, ventorum, caloris, frigoris etc. varietate.

146 1. Quum supra regionem plus aeris à ventis opposita directione flantibus, et aerem ad locum intermedium pellentibus, et cogentibus, accumulatur, moles aeris congesta atmosphæram altiore faciet. Ac profectò videntur venti esse primaria causa mutationum in atmosphæra, et diversarum altitudinum mercurii in barometro: nam in regionibus inter tropicos jacentibus, et in quibus ventus orientalis ferè perpetuò spirat, mercurius vix observatur mutari; quemadmodum se observasse, testatur Hallejus. 2. Accumulatur etiam atmosphæra spirante borea, aut rigescente frigore, qui aerem condensat; adeo ut atmosphæaræ altitudo ibi decrescat, sed hoc cumulo pressionem auget: ideo plerumque hieme mercurius in tubo altius suspendi, quam æstate observamus. 3. Altior erit mercurius, si ventus ex loco altiore atmosphæaræ deorsum versus ad terram truditur: tum enim aerem occurrentem eadem directione premit, quasi à majore pondere gravaretur. 4. Quum atmosphæra pluribus vaporibus et exhalationibus ingravescit, ejus pondus augetur; ideo si aer diu tranquillus maneat, plurimos vapores colligit, tumque æquè hieme ac æstate mercurius in tubo ascendere observatur.

147 Causæ autem atmosphæaræ pressionem minuentes præcipuè sunt: 1. Venti impetuosius, à quibus pressio deorsum versus ob motum

horizontalem minuitur; ut in curru magno impetu delato fieri novimus, à quo impune quandoque hominem à rotis protritum, illæsum relinqui expertum fuit; motu horizontali vehementiore alterum centralem minuente. Quare experientia compertum habemus, numquam barometrum mercurium depressiorem exhibere, quam dum impetuosus ventis horizontaliter delatis atmôsphæra concutitur. 2. Decidentibus pluviis, aer levior fit, quam dum cælum sūdum est, aut vaporibus grave. Ante imbrem nimirum totum vaporum pondus atmôsphæram opprimebat; dum verò imber decedit, pars tantum ponderis atmôsphæram premit, reliqua ad decidendum impenditur; quod sequenti experimento illustrare solent. Si in bilance suspendatur vas fluido plenum, in eoque è bilance filo suspensum grave aliquod pendeat, ut rupto filo ad fundum præcipitetur; quando hoc fit, bilancibus ad æquilibrium antea compositis, inter decidendum æquilibrium rumpitur ascendente vase, in quo grave in fundum agitur. Quando verò fundum attigerit grave, æquilibrium iterum restituitur. Quod idem evenire debere in guttis intra fluidum aereum decidentibus, res videtur manifesta. Unde qua parte vaporum pondere levatur atmôsphæra, levior evadit, minusque subjectum mercurium premit. Post pluviam etiam vaporum onere levatur atmôsphæra, adeoque ejus pondus minor evadat, necesse est. 3. Si calore aer rarefiat, minus premet subjecta corpora: nam quum altior evadit, ejus vis centripeta minuitur;



ac proinde gravitas decrescit, quæ in ratione inversa quadratorum à centro distantiae computatur. Plures fortassè causæ possunt ad altitudines augendas, vel minuendas concurrere; quas tamen nondum benè perspectas silentio premere satius fuerit.

148 'Corol. Ex hactenus expositis satis intelligitur, indicationes in barometris ab artificibus descriptas nullo satis firmo documento inniti; neque tuto à mercurii altitudine tempestates aeris prævideri posse: quoniam plures causæ elevationem, aut depressionem in mercurio parere queunt. «Quàmobremà, ait *laudatus Muschembroek*, nullæ certæ præsagiendi regulæ tradi possunt, quemadmodum ex multorum annorum observationibus inter se sollicitè comparatis colligere cogor.»

149 Verum quæ aeris gravitatem præ ceteris machinis luculentius ostendit, illa est ab Othone Guerrichio, Magdeburgensi, primum inventa, deinde à Roberto Boyle perfecta, à quo et machina *Boyleana* audit, quæ frequentius *pneumatica* dici consuevit. Diversa forma plures ejusmodi machinæ in Musæis physicis visuntur: omnes tamen in id collineant, ut aërem è recipiente extrahant, atque ad experimenta capienda commodiorem modum exhibeant. Quare satis est, unam ex illis describere, ut omnium usus percipiatur. Eam seligimus, quæ simplicior præ ceteris nobis visa est, et captu facilissima. Præcipuæ partes hujus machinæ (fig. 29) sunt duo tubi seu antliæ A, B embolis C, D instructi, qui manubrio E ro-

tulam volvente, alternis elewantur, ac deprimentur. Alterna hac elevatione antliæ aerem inclusum in *recipiente* seu *campana* vitrea G, per tubum F, et canales *a*, *n* ad tubos A, D trahunt. Emboli C, D valvulis instructi sunt, quæ dum sursum versus retrahuntur, ab atmosphæræ pondere compressæ, aeri externo aditum intercludunt: quum verò deorsum versus premuntur, ab ipso aere compresso elewantur, eique aditum patefaciunt in I, E. Labrum vasis G supra patellam æneam H circularibus pellibus madefactis ad labri mensuram accommodatis instructam collocatur, ut omnis aditus aeri externo penitus intercludatur. Jam si antequam aer extrahatur, vas vitreum è loco suo dimovere volueris, illud in K arreptum nullo negotio elevabis. Aere tamen exantlato, nullis viribus, si vas magnum sit, illud loco movebis. Opus enim esset, vires adhibere ponderi columnæ aeræ vas prementi elevandæ pares, quæ pro vasis amplitudine basim habens ad plura librarum millia excurrere potest. Æquatur siquidem columnæ mercurii eandem basim, ac 28 pollices altitudinis habenti. Deinde si lagenam vitream M quadrangulâri forma constructam supra machinam ritè collocaveris, ab eaque aerem antliarum ope extraxeris; statim disrumpitur à pressione externi aeris ipsam ambientis, qui dum ab aere interno exantlato nullam resistantiam offendi, in parietes externas vasis pondus aggravat, ipsumque in frusta disjicit. Neque ob id eandem vicem campanæ vitreæ K pertimescas, Ejus enim confor-

matio in modum fornicis sat tutam collocat ab ejusmodi casibus, ipsamque oneri ferendo parē facit; quæ si ad quadrangularem, aut minus resistantem figuram conformata foret, simili disruptionis casui procul dubio subjaceret.

150 Prop. II. «Aer est fluidum elasticum, compressionis et dilatationis capax.» Prob. Innumeris experimentis compertum habemus, aerem, si vi externa comprimatur, cessante pressione, ad pristinum statum restitui; qui quidem genuinus elasticitatis character quum sit, procul dubio aer inter elastica corpora merito computatur. Huc adde, aerem non solum elasticum esse; attamen ex effectibus satis deduci ad perfectam elasticitatem accedere: nam cessante compressione, idem volumen acquirit, quod antea habuerat, ad quamcumque minorem molem fuerit redactus; idque eadem vi, qua fuit compressus: quod in nullo alio corpore solido et elastico hactenus observatum fuit. Est etiam ejus elasticitas diuturnitate compressionis inalterabilis. Robervalius quippe post 16 annos sclopetum pneumaticum eadem vi globos emittere expertus est, ac si tum temporis aer compressus fuisset. Sex annis integram elasticitatem permansisse in eodem sclopeto sibi constare asserit Muschembroek. A sulphure tamen infringi Halesius demonstravit.

151 Ceterum ex eodem sclopeto pneumatico, machina hodiè jam satis omnibus nota, alia etiam elasticitatis aeræ proprietas dignoscitur; nimirum vim elasticitatis in aere crescere in ratione densitatis, ad quam vi compressionis hoc

fluidum redactum est. Quo enim magis compressio augetur, majorem inesse vim machinæ ad emittendos globos experimur, quæ per gradus remittit, aere magis dilatato. Ex quo id etiam sponte deducitur, imminuta aeris densitate, elaterium etiam decrescere; ac proinde superioris atmosphæræ strata minore elasticitate, ceteris paribus, pollere, quam inferiora.

152 Schol. 1. Quousque aeris compressio, seu ut ajunt, *compressibilitas* extendi possit, nondum compertum est. Robertus Boyle ad 13.<sup>am</sup> sui voluminis partem aerem coegit. Hales onus imponendo, quod atmosphæræ pondus 37 vicibus æquaret, aerem ad 30.<sup>am</sup> sui voluminis partem traxisse affirmat. Imò, quod difficile creditu est, ad 1838 partem redigisse se existimavit idem auctor, aerem intra bombardam ferream quæ pollicem cum duabus lineis crassitudinis habebat, ita comprimens, ut tandem disrumperetur. Hujusmodi densitas duplo aquæ densitatem superaret, si exactus foret Halesii calculus. Quidquid tamen sit de hujusmodi tentaminibus, illud certum, *aerem comprimere in ratione virium prementium*, si agatur de compressione, quæ cognitos naturæ terminos non prætergrediatur. Neque enim credendum est, compressibilitatem nullo terminò circumscribi; quum per omnia videamus à natura quosdam limites constitutos, quos industria humana, aut vires superare nequeunt. Imo aerem ad volumen quinquies minus reductum, resistantiam validiorem opponere, quam quæ à prædicta lege indicata sit, observarunt Boyle, et Muschemb.

153 Schol. 2. Quod de aeris compressione diximus modò, de dilatatione etiam dictum habe. Dilatationis ipsius terminos prorsus ignoramus; neque adeo dilatari posse existimandum est, ut intra quosdam limites non coerceatur. Cessante atmosphæræ pressione, aerem superficiem terræ lambentem 4000 dilatari posse credit Muschembroek. Boyleus tentamina iterando, primum ad 9; deinde ad 31; 60; 150; 8000; 10000, ac demum ad 13679 majus spatium occupandum vi elaterii compulit aerem; ita ut volumen ita dilatatum in vacuo ad illud, quod in atmosphæra sibi relictus aer obtinet, esset ut 13679: 1. In fluido elastico, quod aquæ admiscetur, pluries se observasse, ait Muschembroek, unicam ejusmodi fluidi particulam in tepente aqua se in volumen 46,656,000,000 majus, quam antea conspiciebatur, expandisse. Enimverò in hujusmodi supputationibus nescio quid incertum, ac gratis assumptum animadvertit. Brissonus, quod suspicionem quamdam ingenerat, imaginatione magis quam ratione auctores in calculis duci. Illud tamen extra dubium est, quacumque industria machina pneumatica constructa fuerit, nunquam perfectum in ipsa vacuum obtineri, aeris dilatatione antliarum vires superante.

154 Prop. III. «Aeris elasticitas, eadem densitate in ipso manente, calore augetur. Nimirum aer compressus ita ut calore se non expandat, elaterium exerit majus, quam si in temperie aeris propria vires sui elaterii exerceat. Hæc assertio sequenti experimento com-

probatur. In tubum vitreum ad formam barometri constructum, 50 pollices altum, cujus tamen ampulla globus sit globo thermometri similis, nullo spiraculo aerem excipiens, mercurius infunditur, qui in utroque crure in æquilibrio maneat, quin in globum transeat: cujus aer proinde à mercurio interclusus jacet, atque ab atmosphærico separatus. Deinde pars inferior tubi mercurium continens in aquam ferventem immittitur; quo facto, mercurius in tubo ad 9 pol. et 4 lin. elevatur; quæ tertia pars est 28 poll. seu ponderis, quo mercurius et aer in tubo contentus ab atmosphæra opprimuntur. Quod si postquam refrigescat, mercurium denuo supernè infundas, donec ad 28 poll. ascendat in tubo; hoc pondere densitas aeris in globo contenti, qui prius cum 28 poll. æquilibrium faciebat, duplicari debet, quoniam aer comprimitur in ratione virium prementium (152). Mercurio immisso, tubum in aquam ferventem denuò infunde; mercurius 18 pollices cum 8 lineis elevabitur supra terminum, in quo ante immersionem consistebat, quæ tertia pars est 56 poll. Aer igitur in globo inclusus pondus sustinet æquale columnæ mercurii 74 poll. cum 8 lineis altitudinis. Nam si pondus atmosphære, quod 28 poll. mercurii æquale est, ac 28 alios pollices adjunctos ejusdem mercurii; et 18 alios pollices cum 8 lineis per quos aer in globo contentus mercurium elevat, simul addas, 74 poll. cum 8 lineis invenies. Ex quo, non solum à calore aeris elaterium augeri, deducitur, verum et quan-

titas augmenti ejusdem elaterii perspicua fit. Est enim æqualis tertiæ parti pressionis, quam aer sustinet, ut ab utroque tentamine modò deduximus. Quare si duplo aquæ ferventis calori idem tubus exponeretur, aeris in ipso contenti elaterium ad duas tertias partes augetur.

155 Schol. In propositione appossui aeris elaterium calore augeri, eadem in ipso densitate manente. Etenim si spatium liberè se expandendi aer nanciscatur à calore dilatatus; ejus densitas minuitur, atque adeò etiam elasticitas, quæ densitati proportionalis est (151). Aliud etiam ex præcedente tentamine notandum hic obiter occurrit, aeris nimirum elasticitatem etiam in modica quantitate ejusdem fluidi eandem vim exerere, ac si tota columna atmosphæræ virès illi præstaret ad equilibrium cum mercurio sustinendum. Unde et aliud phænomenon explicabitur in barometro observatum in conclavi penitus clauso, cui omnis communicatio cum aere atmosphærico interdicetur, illud scilicet æquè mercurium ad altitudinem eandem retinere, ad quam in aere libero statui solet. Tum enim aeris elasticitas eam vim exerit, quum sit ejusdem ac atmosphæræ densitatis, quæ pondus æquale sustinet, perinde ac si ab atmosphæræ pondere premeretur.

## CAPUT SECUNDUM.

## DE FLUIDIS AERIFORMIBUS.

## §. I.

*Notiones præliminares exponuntur.*

156 **F**luida *aeriformia* ita vocantur, quia soluta intra atmosphaeram vagantur, et ab ipsa nullo modo sensibus discerni possunt. In duas classes tribuuntur: *permanentia* nimirum, quæ in quacumque temperie constituentur, suam fluiditatem conservant, ob idque tali nomine donantur; et non *permanentia*, quæ tantum in quodam gradu caloris et compressionis suam retinent fluiditatem: calore autem et pressione variatis, condensantur, et ab statu *aeriformi* transeunt ad alium sensibus tractabilem, ut sunt vapores in atmosphaera natantes, à quibus meteora aquea gignuntur.

157 Verum antequam ulterius progrediamur, notionem *calorici* tradere oportet, à qua ferè omnia deinceps exponenda tamquam principio derivantur. *Caloricum* itaque recentioribus chemicis appellare placuit id, quod *materiam ignis*, *principium caloris*, *materiam caloricam*, *substantiam ignis*, *calorem fixum* alii nuncupaverunt. In duplici statu caloricum considerant, *libertatis* scilicet et *conjugationis* seu ut vocabulis usu consecratis utamur, *combinationis*. *Caloricum* in statu libertatis est calor ip-



se seu ignis in corporibus contentus, et ab ipsis avolans facillimè, quin coarctari, aut retineri queat. *Caloricum* in statu *combinationis* est ignis ipse, seu calor in corporibus latens, qui quidem nullo modo à sensibus discerni potest; ita ut corpus ipso refertum, eandem sensationem, atque aliud ipso destitutum in nobis excitaret. Unde rebus benè pensatis est ipsummet *phlogisticum* antea magno plausu ab scriptoribus circumductum, ejus nomen placuit Lavoisiero, ejusque Scholæ immutare, eo quod plures notiones *phlogistico* attributæ, falsæ ab ipso detectæ sint, ac proprietates quædam de novo inventæ, quæ majorem lucem Chemiæ ac Physiçæ attulerunt.

158 Quidquid de nominibus denuò introductis sit, hæc substantia antea latens, in dissolutione corporum sensibilis fit, *statum libertatis* nanciscitur, in alia corpora agit, ac thermometro gradus intensitatis ejusdem indicantur. Quamobrem in resolutione corporum sæpè calor excitatur, ut in putrefactione. Nonnumquam tamen evenire solet, ut in quibusdam *combinationibus*, in quibus magna caloris copia absorvetur, refrigeratio quædam subsequatur, veluti quum ad statum vaporis aut liquiditatis transeunt, quantitatem satis magnam caloris absorbent à circumstantibus corporibus, in quibus refrigeratio succedat, necesse est. Obvio experimento viatoribus, agricolis, venatoribus familiare idipsum comprobatur. Estate fervente, ut vinum refrigerent, lagenam madidis panis involutam solis radiis exponunt, à quibus

évaporatio aquæ in pannis madidis excitatur; quæ evaporatio partem caloricæ in vino contenti secum abripit, ac proinde vinum refrigerescit, calore avolante. Hoc fortassè indicare voluit Aristoteles in suis problematibus, inquiens: vinum solis radiis expositum frigeferi, à quibusdam circumferri; quin modum indicet refrigerationis.

159 Fluida *aeriformia* permanentia (nam de non permanentibus hic non agimus) sunt compressionis capacia, elastica, pellucida, invisibilia, neque à frigore ad statum liquoris condensatione reduci possunt. Aliqua ex his in natura existunt, quamvis artificio hominum etiam educantur, aut potius è suis latebris extrahantur: alia industria chemichorum solum obtinentur. In duas classes hujusmodi fluida distribuunt: *vivificantia* seu quæ ad vitam, animalium respirationem, et corporum combustionem necessaria sunt, in prima classe collocant; qualia sunt aer atmosphaericus, et *aer purus* seu vitalis, quem *oxygenium* placuit ipsis nuncupare: in altera *suffocantia*, quæ et *azotica*, seu non vitalia appellant, comprehenduntur. Generatiori vocabulo *Gas* ab Hebræis desumpto fluida aeriformia donantur; quod quidem secretionem à corpore emanentem significat. *Spiritus silvestris* antea à chemicis dicebatur, quod Vanhelmontius, et ab eo recentiores *gas* appellant: ceterum Boyle, Hales, Priestleius commune aeris nomen retinuerunt.

160 *Basis*, seu *Radicalis* illam substantiam Chemici appellant, quæ cum alia copulata, seu

ipsam ad se trahens, aut imbibens, novam substantiam componit è duabus ita *combinatis* coalescentem. Frecuentissimus est apud chemicos hujus vocabuli usus, ut in sequentibus passim videbimus. Ne tamen fines nostros, ac præfixam cursui studiorum philosophiæ brevitatem prætergrediamur, præcipua seligemus, quæ de fluidis elasticis traduntur ad physicas notiones pertinentia. Qui velit hæc fusius tractata atque experimenta noscere, quibus fluidorum elasticorum natura detecta est, Lavoisierum adeat, Brissonum, ac Dandoli annotationes ad Josephi Poli Physiæ experimentalem.

## §. II.

### *Classes fluidorum elasticorum describuntur.*

161 Quoniam omnia fluida, seu gas in duas species præcipuas, seu classes distribui jam innuimus, *vivificantia* scilicet et *azotica*; nunc, quæ in ipsis comprehendantur fluida, exponere pergemus. Et in prima quidem classe duo tantum inveniuntur, *aer atmosphericus*, et *aer vitalis* seu *oxygenium*, quem comes Saluzzius esse verum aerem elementarem existimat; atque omnium fluidorum aeriformium parentem; ex quo cum aliis substantiis combinato reliqua omnia fluida aeriformia proveniunt. Fluida, seu gas *azotica* in tres classes commodius partiuntur: prima continet ea, quæ salina non sunt, seu quæ nec *acida*, nec *alkalina* inveniuntur: altera salina comprehen-

dit, quæ vel acida, vel alcalina fuerint: tertia demum inflammabilia omnia includit, quæ *hydrogenia* appellantur.

162 In primo ordine, qui *gas* non salina includit, numerantur *gas azoticum* propriè dictum, quod *aer phlogisticatus*, seu *mopheticus* antea audiebat: *gas nitrosum*, sive *aer nitrosus*; et *gas muriaticum oxygenium*, quod et *aer acidus marinus dephlogisticatus* antea dicebatur.

163 Inter *gas* salina secundo ordine comprehensa numerantur *gas acidum carbonicum*, quod *aer fixus* audiebat; *gas acidum muriaticum*, quod *aer acidus marinus*; *gas acidum sulphurosum*, quod et *aer acidus vitriolicus*; *gas acidum fluoricum*, sive *aer acidus spaticus*; et *gas ammoniacale*, quod *aer alcalinus* antea vocitari consuevit.

164 Omnia inflammabilia, quæ tertio ordine comprehenduntur, ad eandem speciem *gas hydrogenii* referuntur, etiamsi quasdam induant varietates. *Gas* itaque *hydrogenium purum*, quod et *aer inflammabilis* audit, vel est *hydrogenium sulphuratum*, sive *aer phosphoricus*, vel *gas hydrogenium carbonatum*, *gas hydrogenium carbonicum*; ac demum *gas hydrogenium palustre*.

165 Omnia fluida aeriformia *radicale* seu *basim* (160) habent simplicem, aut compositam cum calórico (157) combinatam. In substantiis tamen, à quibus extrahuntur, tantum eorum *bases* continentur, quæ tempore dissolutionis cum calórico copulantur, ab eoque formam fluidi elastici nanciscuntur, postquam

è substantiis, à quibus educuntur, avolaverint. Breviter in sequentibus indicabimus prædictorum fluidorum *bases*, seu *radicalia*, quin omnium naturam et proprietates fusius persequamur; præcipua tamen de aere atmosphaerico, *gas acido carbonico*, seu *aere fixo*, et *gas hydrogenio* exponemus, postquam fluidorum radicalia indicaverimus; quoniam tria hæc fluida ad plures physicas notiones manu ducunt, et præcipua phænomena aerea ab his producuntur.

### §. III.

*Bases, seu radicale fluidorum elasticorum exponuntur.*

166 1. Aer atmosphaericus duobus fluidis elasticis invicem permixtis componitur; aere nimirum puro seu vitali, qui *gas oxygenium* à Laboisiero, ac recentioribus chemicis nuncupatur; et *gas azotico*, quod aerem *phlogisticatum* antea vocabant. Hujusmodi tamen partes componentes non æquis portionibus in atmosphaera continentur: nam *gas oxygenium* 18 tantum, *gas azoticum* ad 72 partes atmosphaeræ tribuit. Basis aeris puri, seu *oxygenii* est illud principium, sine quo *acida* non generantur, unde et illi nomen impositum, quasi *acidorum generator* latinè diceretur. *Oxygenium* tamen acidum ipsum non est; at ipsius permixtione *acida* generantur. *Gas azoticum*, basim habet non alio caractere notam, nisi quod vitæ animali sustinendæ impar sit, à quo

*azoticum* nuncupatur. Verum ut observat Chap-  
tal in Compen. Chemiæ, hoc nomen generi-  
cum est, proprietatem ipsi tribuens, quæ om-  
nibus ferè *gas* communis est; quare *nitroge-*  
*nium* rectius appellari *gas azoticum*, modestè  
laudatus auctor proponit. Nos tamen receptum  
nomen retinebimus, eo quod passim apud au-  
ctiores novissimos ita circumferatur.

167 2. Basis *gas nitrosi* est prædictum *azo-*  
*ticum* cum oxygenio, modica tamen quantitate  
conjunctum. 3. Basis *gas muriatici oxygenii* est  
acidum muriaticum oxygenio et flamma refer-  
tum. 4. Basis *gas acidi carbonici* est *oxygenium*,  
habens *carbonem purum* in dissolutione. Porro  
*carbo purus* est substantia illa, quæ è carbone  
educitur, à reliquis substantiis terreis, ex qui-  
bus componitur, separata: *carbonium* alii vo-  
cant, ab eoque carbones ordinarii habent,  
quod combustibiles fiant. 5. Basis *gas acidi*  
*muriatici* est *acidum muriaticum* aqua super-  
abundante destitutum. 6. Basis *gas acidi sul-*  
*phurosi* est *acidum sulphuricum* seu *vitriolicum*,  
quod ob abundans sulphur *oxygenii* partem a-  
mittit, et aquam redundantem exuit. 7. Basis  
*gas acidi fluorici*, quod et *gas spaticum*, est  
acidum fluoricum aqua redundante exutum.  
8. Basis *gas ammoniacalis* est ammoniacum si-  
ve *alkali volatile causticum*, aqua redundante  
privatum.

168 9. Basis *gas hydrogenii* puri est subs-  
tantia quædam incognita, quæ hydrogenia dici-  
tur, eo quod ab ipsa aqua generatur. 10. Ab  
hydrogenio sulphur dissolutum continente *gas*

*hydrogenium sulphuratum* oritur, quod proinde prædictis tamquam basibus componitur, et *aer hepaticus* antea audiebat. 11. *Hydrogenium* etiam phosphorum solutum in se continens *gas hydrogenium phosphoratum* generat, quæ duæ proinde illius bases sunt. 12. Similiter *gas hydrogenium carbonatum*, et 13. *Gas hydrogenium carbonicum* ab *hydrogenio* tamquam basi componuntur: primum tamen *carbonium* solutum continet; alterum *acidum carbonicum*, sive *oxygenium carbonio* mixtum. 14. Tandem *hydrogenium palustre*, *hydrogenium*, et *gas azoticum* pro basi habet; quæ tamen multimodis proportionibus conjungi possunt.

169 Schol. Ex hactenus expositis perspicuum fit; omnia acida ab *oxygenio* componi, quod per singulas acidorum species substantiam sibi affinem copulans, peculiarem acidi cujusque naturam induit, ab eaque denominatur: ex. gr. *aqua regia*, quæ est *acidum nitromuriaticum*, ab *acido nitrico*, et *acido muriatico* componitur; ex quibus postremum ob affinitatem cum *oxygenio* ad contactum veniens cum *acido nitrico*, ejus *oxygenium* invadit, ab eoque habet ut aurum, platinam, cetera dissolvat, quæ ab *acido nitrico* seu *aqua forti* intacta relinquuntur.

## §. IV.

*De Fluidis aerem atmosphæricum  
constituentibus.*

170 Aer atmosphæricus tamquam elementum antea habebatur; nunc autem à duobus saltem fluidis elasticis componi, quæ natura prorsus diversa sunt, è pluribus experimentis, veluti extra dubium positum, existimant plerique. Missa hic facio *caloricum* et *lucem*, è quibus omnia fluida constitui, atque in dissolutione retineri certum, aut saltem simillimum vero videtur. Quare ad duo fluida tantum aeri-formia sermonem convertemus: quæ quidem, ut supra jam semel et iterum innuimus, sunt *aer vitalis*, *oxygenium* dictum, et *gas azoticum*, quod sine alterius consortio vitæ animalium noxium reputatur. Primum à corporum combustione absorbetur; alterum intactum à combustionem relinquitur: quod quidem sequenti tentamine nullo negotio peragendum perspicuum fit. Sub vase vitreo in campanæ figuram conformato, cujus labrum intra aquam demersum sit, ita ut aeri externo aditus penitus intercludatur, parva candela accensa supra frustulum suberis, aut alterius ligni collocatur. Ac primum quidem aer tenuis è campana per aquam penetrans elabitur: deinde candelæ flamma sensim elanguet, donec penitus extinguatur: quo tempore etiam aqua intra campanam vitream elevatur, ita ut quum omnia refrigues-



rint, ad quartam partem internæ ejus capacita-  
tis aqua oppleta inveniatur; illud spatium oc-  
cupans, quod aer per aquam elabens, tempo-  
re combustionis candelæ deseruit. Quod si ani-  
mal quodcumque intra campanam includas,  
ita ut nulla aeris externi particula in ipsam ir-  
rumpat, intra pauca minuta suffocatur.

171 Corol. Aer igitur expulsus quartam  
partem capacitatis campanæ vitreæ occupabat;  
aerque relictus nec igni alendo, nec vitæ ani-  
mali propagandæ aptus est. Quare in aere at-  
mosphærico duo fluida penitus diversa mixta  
sunt, ex quibus aer vitalis in combustionem  
consumitur, ad eamque peragendam est pror-  
sus necessarius: alterum ad tres quartas par-  
tes, altero avolante, relictus, neque combus-  
tioni, neque vitæ alendæ aptum est, atque adeo  
*azoticum* nuncupatur. Ceterum combustionis  
tempore *gas* aliud generatur, quod *gas acidum*  
*carbonicum* sive *aerem fixum* antea nuncupavi-  
mus. Hoc tamen aquam agitando, aut aqua  
calce dissoluta faciliè à *fluido azotico* separatur,  
quod numquam cum aqua miscetur, ut misce-  
tur *gas carbonicum*, quod idcirco aquæ agita-  
tione ab ipsa absorbetur.

172 Aer purus seu vitalis ab *oxygenio et*  
*calorico* magna quantitate ipsi copulato com-  
ponitur. A Priestleyo, ac ferè omnibus recen-  
tibus usque ad Lavoisierum, *aer dephlogistica-*  
*tus* audiebat. E pluribus substantiis aer vitalis  
extrahitur, calore ipsas dissolvendo; præser-  
tim tamen ab *oxydo seu calce nativæ Mangane-*  
*sia*, ab *oxydo mercuriali rubro*, ac foliis viri-

dibus plantarum soli expositis educitur. Hæ tamen substantiæ aerem ipsum non continent, sed tantum ejus *radicale* seu *basim*, quod est oxygenium. Metalla enim in calcem non rediguntur, nisi à *combinatione* cum oxygenio; quod ab ipsis absorptum, eorum pondus augeat. *Oxygenium* autem in calcibus metallorum contentum, et quasi concretum, calore solvitur, et *calorico* immixtum ad statum fluidi elastici transit, quod est aer ipse *vitalis*, de quo agimus. Metallum autem, quum ab eo *oxygenium* fuit extractum, ad statum pristinum reddit è *statu calcis*, ad quem ab oxygenio translatus fuerat; ac levius fit, amisso pondere, quo ab oxygenio auctum in combinatione fuit.

173 Corol. 1. Combustio igitur nihil aliud est, quam *combinatio* oxygenii cum substantia combustibili: quare aer vitalis est, qui in combustionem magis resolvitur, quam ipsum corpus combustibile. Unde in omni combustionem, si propriè loquamur, aer purus tantum comburitur. Observatum etiam est, corpus accensum, si ab aere vitali modo supra exposito à substantiis extracto, concitetur, citissimè comburi, atque ignem quadruplo majorem, quam si aere communi suffletur, concipere.

174 Corol. 2. Planetæ solis contactu maximam quantitatem aeris vitalis atmosphæræ communicant; ex quo salubritas aeris campestris, ac vita rustica diuturnior, valentior, ac robustior videtur repetenda. Contra autem in urbibus, præsertim si frequentiores fuerint,

aer minus sanus, valetudo pluribus infirmitatibus obnoxia, ac imbecillior constitutio corporis experimentis quotidianis reperitur. Quoniam aer purior est, illum respirationi aptiorem experimur, ceterisque vitæ functionibus majorem vigorem impertitur, quibus vita animalis conservatur, ac producitur.

175 Schol. Ut præced. corol. majore in lumine collocetur, juvat hic respirationis animalis theoriam breviter exhibere juxta principia hactenus stabilita, à quibus maxime declaratur. Præcipuus naturæ finis in respiratione est, sanguinem ad contactum cum aere atmosphærico adducere; quod fit medio viscere pulmonari, ut omnibus notum est, cujus alterna contractione et dilatatione aer expiratur, et inspiratur; indeque contactus sanguinis interius circulantis cum aere nos ambiente obtinetur. Ex hujusmodi contactu illud præcipue habetur, ex quo veluti fonte ceteræ functiones animales derivantur; restitutio nimirum *calorici*, quod continenter machina animalis deperdit: quodque magna copia in aere puro continetur. Verum in contactu aeris atmosphærici cum sanguine *oxygenium* cum *carbonio* combinatur, quod abundanter in pulmonibus et sanguine continetur; et *caloricum* ab eo sejunctum transit in sanguinem. Nam supra jam diximus, aerem vitalem ex *calorico* et *oxygenio* componi. Quare parte illa aeris atmosphærici, quæ *aer vitalis* est, in inspiratione resoluta, ob disjunctionem *oxygenii* à *calorico*, quæ duo illam constituabant, reliquum aeris, quod in expiratione res-

tituitur, aere vitali ferè destitutum manet; ac novum aliud emergit fluidum, quod *gas acidum carbonicum*, seu *aer fixus* vocatur. Duplex igitur beneficium nobis *aer vitalis* inspiratus impertit, videlicet *carbonium*, quo sanguis abundat, quoque ipsi nocumentum non modicum, si redundaret, afferret, ab ipso auferret; et *caloricum* è nostro corpore in atmosphæram et circumstantia corpora avolans, continenter reparat: caloricum suum in sanguinem insinuando, quum ab *oxygenio* separatur. *Hydrogenium* (168) etiam in sanguine reperitur, quod *oxygenio* copulatum aquam componit; et hinc est quantitas illa aquæ, quam in expiratione è pulmonibus in formam vaporis exhalamus.

176 Corol. Animalis itaque respiratio est lenta quædam in pulmone combustio duarum, quæ in sanguine reperiuntur, substantiarum, *hydrogenii* videlicet et *carbonii*; quam quidem combustionem peragit gas *oxygenium* in aere contentum; quemadmodum in candela, aut lucerna iisdem principiis, *hydrogenio*, et *carbonio* compositis perficitur. Quare animalia respirantia sunt vera combustibilia, quæ insensibiliter ardent, et consumuntur, ut lampades. In respiratione æquè atque in combustionem aer atmosphæricus *oxygenium* et *caloricum* subministrat; sanguis autem *hydrogenium* et *carbonium*, ut cetera combustibilia. Quod si animalia alimentis non repararent *hydrogenium* et *carbonium*, continenter in respiratione deperditum, idem ipsis contingeret, quod lampadi

ardenti, oleo deficiente, usu venit; extinguere-  
rentur nimirum, pabulo lentæ combustioni  
subtrahito. Nam quos memoravimus in experi-  
mento supra relato candelæ ardentis intra cam-  
panam vitream collocatæ, eosdem effectus ex-  
perimur, si animal vivens loco candelæ, aut  
lucernæ introducatur: animal siquidem sensim  
aerem vitalem destruit respirando, cujus vice  
*gas acidum carbonicum*; et aqua generantur;  
quare aere vitali deficiente, ab *acido carbonico*  
animal suffocatur. Investigata autem natura  
fluidi intra campanam remanentis, postquam  
candela, aut animal extincta fuerint, duo re-  
periuntur. Nimirum *gas azoticum* (170), quod  
in atmosphærico aere continebatur haud alte-  
ratum, aut quantitate minutum, *gas* verò *oxy-*  
*genum* penè consumptum: pars enim cum *car-*  
*bonio* sanguinis copulatum est, ut in combus-  
tione candelæ intra campanam cum carbonio  
ejusdem; ex qua conjunctione *gas acidum car-*  
*bonicum* compositum fuit; pars cum hydroge-  
nio candelæ, aut sanguinis aquam formavit,  
cujus aliqua portio subtilior ad modum aeris  
tenui vapore resoluta è campana avolat, aquam-  
que transcendit: residuum admiscetur aquæ  
intra campanam contentæ.

Enimverò respirationis status frequentissimè  
in animali variatur, tum à vigilia et somno, in  
quo functiones vitales intenduntur (Metaph. 367);  
quum etiam à labore tam corporis quam mem-  
tis: *corpora enim nostra motu atque exercitatione*  
*recalescunt*; quod à calorico per frequentem  
respirationem in sanguinem abundantius intro-

ducto provenire, ex dictis eruitur. A varietate etiam tempestatum nonnulla in respirationem inducitur mutatio: tempore enim frigido frequentiores sunt respirationes, calido remissiores: quod sapientissimi naturæ Auctoris providentia ita dispositum est, ut caloricum abundantius in hieme deperditum, frequentiore respiratione instauretur. Hinc observante Laboiero in Dissertat. de Respiratione, a Dandolo italicè evulgata, magnum discrimen intercedit inter individua, etiamsi gravibus exercitationibus non subiaceant, in ordine ad pondus deperditum: nimirum ab undecim granis quolibet minuto ad 32; quod in solidis 24 horis ab 1 lib. 31 unc. cum 4 grossis ad 5 libras excurreret: in qua tamen supputatione effectus transpirationis cutaneæ, pulmonaris, ac respirationis comprehenduntur. Unde media proportionem assumpta, pondus amissum seu materia deperdita foret = 18 gran. singulis minut. seu 1 unc. cum 7 grossis singulis horis; ac 2 libris cum 13 unciis transactis 24 diei horis: ex quibus transpirationi cutaneæ libra cum 14 unciis respondet; reliquæ 15 uncia respirationis sunt productum.

In hac media proportionem assumpta, quoad effectus respirationis spectat, homo solido die 36,000 poll. cub. seu 21 ped. cub. circiter auræ vitalis consumeret, qui 31 uncias pendent: ex quibus 12 paullo amplius aquæ formandæ insumuntur; reliquum *acido carbonio* producendo destinatur. Volumen *gas acidum carbonicum* hoc tempore ductum = 14, 832 poll. cub. seu 5

ped. cum dimidio circiter: quorum pondus est 1 lib. 2 unc. 1 gros. 69 gran. Ex his 4 unc. 6 gros. 48 gran. carbonio tribuuntur: oxygenio verò 11 unciae, 3 gros. 21 gran. Pondus aquae hoc tempore formatae est 1 lib. 5 unc. 6 gros. 23 gran. in qua componenda 3 unc. 1 gros. gran. 24 hydrogenii insumuntur: oxygenii verò 1 lib. 3 unc. gros. 4 gran. 71. Quantitas aquae à transpiratione pulmonari formata 7 unc. æquatur. Unde simul collectis summis hoc modo:

Aqua ex transp. cut.	lib. 1 unc. 14 gros. gran.
A transp. pulm.	7 :
Carbonii	4 : 6 : 48
Hydrogenii	3 : 1 : 24

---

summa lib. 2 unc. 13

quam supra posuit Lavoisierus ponderis, quod homo amitteret solidis 24 horis. Hujusmodi calculus valdè differt ab altero Sanctorii, qui ex alimentis ab homine sumptis  $\frac{2}{5}$  per transpirationem amitti statuit, reliquum secretionibus permittebat. Video tamen Lavoisierum ac Seguin in duplici dissertatione de Respiratione, ac Transpiratione pulmonari somni temporis minimè rationem habere, certè mentionem non facere; in quo Sanctorius ad 40 uncias ex pondere deperdi computavit.

Ceteroqui observatum à nonnullis physicis fuit, foeminas minore copia quam viros transpirare; quod et à pororum subtilitate majore, et ab exeretione per alios corporis meatus pro-

venire potest. Compertum enim est, ab auctis excretionibus transpirationem minui: unde menstruæ purgationes in foeminis in causa esse possunt, cur minore copia præ viris transpirent: aut contra transpirationis defectum menstruis purgationibus suppleant.

Præter jam enuntiata restitutionis calorigi, ac depositionis *gas acidæ carbonici* in sanguine contenti, aliud etiam beneficium à respiratione haberi compertum erat à temporibus Boerhavi. Sanguinis nimirum rubedinem ab inspiratione seu contactu aeris provenire, quod etiam Beccaria tentaminibus factis confirmavit. Sanguis enim circulans, antequam ad contactum aeris deveniat in pulmonibus, atro colore inficitur, quem in ruborem commutat, statim ac per inspirationem ab aere contingitur. Quam observationem jam Duhamelius præmiserat; et Auctor Philos. Inst. ad veter. ac recent. lectionem comparata an. 1695 editarum tom. 3 sect. 4. cap. 1. in conclus. 2. sic habet. « Primarius respirationis effectus in eo positus videtur, quod sanguinis motum promoveat, fluoremque ac rubrum colorem conciliet.

177 Corol. 1. Effectus itaque respirationis præcipui sunt expurgatio *carbonici* superabundantis in sanguine, calorigi deperditi restitutio, ac ex atro in rubeum colorem ejusdem transmutatio; qui postremus effectus à duobus præcedentibus simul producitur. Nam et sanguis intra aerem vitalem inclusus majore rubedine micat, et ad *gas carbonicum*, *hydrogenium* aut *azotum* translatus, acquisitam rubedinem in



tetrum nigrorem commutat. Quod pariter evenire debere, si aer hujusmodi qualitatibus infestus inspiretur, res est manifestissima. Hinc insalubritas cœli in regionibus ubi aer ab exhalationibus mephiticis inficitur, ut sunt loca humidiora, paludosa, halitibus mineralibus infesta, aut hominum frequentia ob respirationem, transpirationem, excretorum fermentationem etc. deturpata.

178 Corol. 2. Malè igitur sibi consulunt, qui conclavia angusta et exactè clausa amant, ac omnem cum aere atmosphærico communicationem intercludunt; somni præsertim tempore, quando per plures horas idem aer continenter respirandus eundem effectum producit, atque ille intra campanam vitream contentus. Et omninò similis procul dubio sequeretur eventus, si adedò exactè rimulæ obturarentur, ut nullam penitus cum externo communicationem permitterent aeri intra conclave retento. Quod si plures homines aut animalia etiam in amplis spatiis concludantur, ut in theatris, aut etiam in ecclesiis fieri solet; nisi aeri externo liber aditus permittatur, ita ut aer respiratus subindè renovetur, nocumentum maximum sanitati indè derivari, nemo est, qui non videat, si hactenus dicta ritè perpenderit. Funestissimum documentum Calcuttæ in Bengalæ regno posteritati reliquerunt anno 1756 quidam Angli, quos ad arcem *Fort Villiams* appellatam incredibili crudelitatis exemplo, ad 146 concluserunt in angustissimo carcere, cujus tota erat amplitudo duodeviginti pedes cubici, nec satis

in eum aditus aeri per duas fenestras permittebatur. Misera humanitas, quam impiè ab hominibus conculcaris! Et sanè post tres horas 50 ex illis interierunt; atque omnes procul dubio suffocati fuissent, nisi post decem horas indè 23, qui tantum vivi supererant, educti fuissent, 123 aliis jam tum è vivis sublatis. Carcerum Præfecti hoc documentum præ oculis semper habeant, ne antè sententiam judicum reos morte afficiant. Nam ab Spallanzanii experimentis habemus, animalia in aere undique concluso non solum ob defectum *gas oxygenii* interire; verum etiam ab effluviis transpirationis animalis, ex quibus cum aliis *gas permixtis* cadavericus quidam foetor exhalatur; quem si animalia inspirent, statim exanimantur. Horum effluviorum tanta est pernicies, ut animalcula, quæ aeris defectu mipimè intereunt, in hæc effluvia immersa pereant. Unde semper curandum, ut aer in habitaculis continenter renovetur; maximè ubi plures simul conveniunt, ac diutius immorantur, ne lethiferum hoc venenum in sanguinem introducant.

179 Corol. 3. Pejus adhuc sibi et infirmis consulunt, qui conclavia, ubi decumbunt, exactè clausa tenent; quasi magnum detrimentum ægris ab aere ex externo immineret; nullumque periculum ab aere mephitico, transpiratione, ac respiratione morbosa infirmi timendum foret: quæ omnia et benè valentibus, et malè affectis perniciosissima sunt. In nosocomiis præsertim, ubi plures simul infirmi decumbunt, ægri tudinibus sæpe maleficis, et contagium latè

diffundentibus affecti, hoc maximè curandum, ut aer, etiam nocturno tempore, machinis, si opus fuerit, ac id adhibitis, renovetur, quod præsentissimum ex omnibus remedium est, aliaque, hoc non adhibito, nullius erunt utilitatis. Plura nitidè de hoc argumento disserit Josephus Guerrerus, Guadalaxaræ in America natus, in opere de Fluidis elasticis, quod hispanicè propediem in lucem dabit.

### §. V.

#### *De Gas acido carbonico, sive aere fixo.*

180 Plura nomina huic fluido imposita sunt, quæ noscere oportet; ne in legendis auctoribus confundamur, et rem eandem diversam esse putemus. Paracelsus *spiritum silvestrem* dixit; Vanhelmontius, qui *spiritus* antiquorum in *gas* transformavit, *gas silvestre* appellatum voluit. *Aer fixus* plerumque audierat à Boyle, Halesio, Priestleyo, imò ab ipso Lavoisiero, qui ipsum deinde *gas acidum creticum*, ac demum *gas acidum carbonicum* vocari jussit. *Acidum mephiticum*, *gas mephiticum*, *acidum aereum*, ac frequentius *aerem fixum* etiam recentes scriptores appellant. Ejus elementa, seu bases sunt 72 partes *oxygenii*, ac 28 materiæ carbonosæ, quam *carbo*, et *carbonium* Chemici recentes nuncuparunt. Hujusmodi *gas acidum carbonicum* generatum invenitur in campana vitrea, postquam corpus aliquod combustibile, aut respiratio animalis aerem vitalem destruxit, ut superiore § monuimus. A natura etiam abundanter produ-

citur nullo artis adjumento. In specu quodam propè Neapolim, quem *antrum canis*, italicè *grotta del cane* vulgò dicunt, aer quidam è pavimento exhalat, qui vaporis tenuis naturam induit, et animalium respirationi nocentissimus est, ut experimento canis, à quo antro nomen, advenis phænomeni invisendi gratia convenientibus ostenditur. Agricolæ, qui fundum colunt, ubi antrum situm est, canem domesticum ad conspectum advenarum fugientem arripiunt, atque ad pavementum os ejusdem applicant; intra minutum temporis canis sensum amittit, qui nisi statim in lacum vicinum immergatur, ut sensum recuperet, paullò post moritur, ut plurimis alijs tentaminibus compertum est. Hujusmodi specus Plinius etiam meminit lib. 2. Hist. nat. cap. 93. «Spiritus lethales alibi aut scrobibus emissi, aut ipso loci situ mortiferi: alibi volucribus tantum, ut Socrate vicino Urbi tractu: alibi præter hominem ceteris animantibus; nonnumquam et homini, ut in Sinuessano agro et in Puteolano. Spiracula vocant, alii Charoneas scrobes mortiferum spiritum exhalantes.» Notatu etiam ibi dignum est, facem accensam ab aere exhalante extinguì, si ad pavementum, ubi aer densior est, neque ob mixtionem cum aere atmosphærico purgatus à gas ipsum constituyente, admoveatur. Instrumenta pyrotecnica, ut *sclopetum*, inibi explosa ignem non concipiunt, quæ omnia signa evidentissima sunt aeris fixi seu *gas acidi carbonici* copiosè è visceribus terræ ascendentis: quod non solum in hoc antro, verum ex alijs

fodinis etiam exhalari, in dubium verti non potest; præsertim si terræ viscera sulphure abundant. In fontibus etiam è quibus *acidulæ aquæ* scaturiunt, hujusmodi fluidum contineri, à quo acidam naturam induant, existimant recentes Chemici.

181 A liquoribus fermentantibus *gas acidum carbonicum* abundè generatur. Quare nihil mirandum plures, qui cellas vinarias, ubi vinum cereale aut commune fermentescebat, ingredienti, aut intra ipsas diù commorantes, januis clausis, ab aere *mephitico*, id quod in *antro canis* evenit, suffocatos interiisse. Idem contingit iis, qui intra conclavia clausa ignem carbonibus accendunt, maximè si inibi dormiant, ut dum nos Januæ commoraremur, quibusdam ædificatoribus prunis accensis in conclavi dormientibus, funesto exemplo comprobatum est, æterno somno correptis. Mors Joviani Imperatoris vapori carbonum etiam tribuitur: quamvis non omnes Historici in eam sententiam conspirent. Hoc tamen apud omnes Chemicos hodiè certum est, à combustionem corporum, maximè carbonis, à quo nomen huic fluido inditum est; quemadmodum à respiratione animali quam lentam esse combustionem modò innuimus, *gas acidum carbonicum* abundè generari.

182 Artificio etiam chemico è pluribus substantiis educitur, maximè è calcaribus. Si cretam in pulverem redactam madefeceris, ac deinde acidum vitriolicum modica aqua dilutum illi pulveri immiscueris in phiala AC (fig. 3o) ad id destinata, magna effervescencia excita-

tur; deinde os vasis obturatur, atque intra vas IK aqua plenum phiala altera F, aqua itidem plena, atque inversa supra planum foro pertusum statuitur, ut mediante siphone BDH per aquam transeunte, è phiala AC *gas* continente, ad eandem ipsum transferatur aqua, videlicet ex E per tubum descendens vi nativæ gravitatis usque ad phialam AC, *gas* levius expellit, ac per eundem tubum BDE ad phialam F transfertur. Demum antequam ex aqua phiala FE amoveatur, exactè occludenda est, ne aeri atmosphærico aditus pateat, habebisque *gas acidum carbonicum*, sive *aerem fixum* ad usus quos volueris destinatum. Hoc modo etiam *aer vitalis*, seu *gas oxygenium* è substantiis ipsum præbentibus obtineri posse, perspicuum est.

183 Schol. Etiamsi prædictum *gas* per omnia aeri atmosphærico simile videatur, pluribus tamen ab ipso differe compertum est. Nam quin de ejus qualitate *azotica* loquamur, animalium respirationi nocentissima, illius gravitas specifica multò major est gravitate aeris atmosphærici. Brissonus asserit esse ut 151:100, quæ proportio plusquam dimidio graviolem esse demonstrat. Deinde *gas acidum carbonicum* maximam cum aqua affinitatem exerceat, ita ut, si ad contactum deveniant, statim misceantur, aqua illud absorbente, maximè si aqua nonnihil agitetur, ut contactus major evadat. Hac de causa animalibus *asfixia* correptis ob aerem fixum respiratum, immersio in aquas præsentissimum est remedium, si promptè adhibeatur; ut in cane antri Puteolani fieri, modò diximus. De-

num aer atmosphæricus nullo sapore insignis est; *gas* verò *acidum carbonicum* linguæ admotum, acidum saporem exhibet.

## §. VI.

### *De aere inflammabili, seu gas hydrogenio.*

184 Fluidum hoc *aer inflammabilis* antea dictum, à Lavoisiero *gas hydrogenii* seu *aquæ genitoris* nomine donatum, ab aquis stagnantibus, locis palustribus, fodinis metallicis et carbonariis, substantiis animalibus, ac vegetabilibus putrescentibus continenter produci-  
tur, atque in atmosphæram transfunditur. At-  
tamen in hoc statu aliis fluidis permixtum ple-  
rumque effertur; omninò purum ab aqua reso-  
luta obtinetur, quoniam ejus *basis* unum est ex  
principiis aquam constituentibus, atque idcir-  
cò *hydrogenium* est appellatum. Aqua enim ex  
recentibus tentaminibus à Purcroyo, Placeo,  
Lavoisiero tactis, facem ipsis præferente Ca-  
vendish, ac Priestleyo, qui nec opinatus ante  
eos in eam rem offendit, quin animadverteret,  
substantia simplex non est, ut vulgò fereba-  
tur, at corpus duobus fluidis elasticis compo-  
situm, *oxygenio* nimirum et *gas hydrogenio* in  
proportionem 17: 3 ambo permixta; seu in 100  
partes totum dividendo, 85 *oxygenio*, 15 *hy-  
drogenio* tribuuntur. Quare si pedem aquæ cu-  
bicam educere velis, qui 70 libris pondere  
æquatur, 59 lib. 8 uncias *gas oxygenii*, ac 10  
lib. 8 unc. *gas hydrogenii* permiscere combu-

rendo debes, in apparatu chemico ad id destinato; posteaque quantitas aquæ ponderi duorum fluidorum perfectè respondens invenitur; pes videlicet cubicus aquæ 70 lib. ut modò dictum est pondere continens; quod invictum est argumentum contra negantes, aquam ab utroque fluido generari, in quibus est Metherie, qui numquam aquam à combustione utriusque fluidi obtentam, æquare ipsorum pondus, affirmat; et hæc quidem synthesis est aquæ generationis.

185 Analyti etiam ejusdem principia demonstrantur, simulque *gas hydrogenium* aquæ resolutione obtinetur. In apparatu (fig. 3o) descripto, limatura ferri ponatur in phiala A, cui infundatur *acidum sulphureum*, aut *muriaticum*, *tartaricum*, aut *carbonatum* aqua copiosa dilutum: quo facto quædam fermentatio calida excitatur, quæ aerem expellit in vase contentum. Tum admoto tubo BDE *gas hydrogenium* in alteram phialam inversam EF in H constitutam transit, ut antea de aere fixo loquentes fieri diximus. Ferrum, nimirum, aut etiam *zincum* *oxygenio* copulatur, *hydrogeniumque* à calorico in formam fluidi elastici resolutum, liberum abire permittit. Tubo etiam ferreo carbonibus accensis imposito, atque in tubum B desinenti, aqua guttatim infunditur, quæ à calore ejus *bases* resolvente, *hydrogenium* abire sinit, ex quo per tubum in phialam F, aut si malueris, campanam vitream adhibere poteris, fluidum aeriforme copiosè transcendit, quod erit *gas hydrogenium*.



186 Characteristicæ proprietates hujusce fluidi sunt: 1. Odor quidam gravis, ac naribus ingratus. 2. Nullum aciditatis signum præbet, ex his, quæ acidorum peculiaria sunt, ut calcem aqua dilutam præcipitare, ac heliotropii tincturam in rubeum colcrem mutare. 3. Omnium fluidorum elasticorum levissimum quum sit, gravitatem habet specificam, quæ cum aere comparata, est ut 8,04 ad 100,00. Ob hanc proprietatem *gas hydrogenium* globis aereostaticis felici successu applicatum est, ab ejusque levitate eorundem elevatio obtinetur. 4. *Gas hydrogenium* viventia suffocat, ut cetera *azotica*; peculiare tamen ipsi est, vehementes convulsiones excitare in corpore in ipsum immerso. 5. Etiam si facillimè conflagret, corpora ardentia in ipsum immissa statim extinguit. Notatu tamen dignum est, candelam accensam, quæ dum in *gas hydrogenium* introducitur, ejus superficiem accendit, ulterius promotam extingui: dum verò ab eodem extrahitur, sæpius iterum inflammatur. Nam hujusmodi fluidum ab aere segregatum, nunquam nisi ubi ab aere contingitur, inflammatur. Quæ quidem accensio eo promptior est, quo contactus cum aere evadit prolixior. In lagena vitrea tertiam partem *gas hydrogenii* cum duabus aeris atmospherici commisce, ac ejus ori candelam accensam admove: *gas* statim conflagrat, ac strepitum edit similem pulveri nitrato accenso detonanti, qui fragor maximè resultaret, si loco aeris atmospherici *gas oxygenium* substitueretur.

187 Schol. A levitate hujus fluidi, ejus-

demque inflammabilitate fortassè derivantur cōruscationes, fulgura, tonitrua in superiore atmosphæra excitata, igne electrico incendium in *gas hydrogenium* transmittente. Inventa quippe est machina à Volta, industrio Physico, quam *pistolam electricam* vocant (fig. 31), in cujus vase æreo *ag* gas hydrogenium proportionē supradicta unius tertię partis; et aer atmosphæricus ad duas tertias includuntur. Vasis fundo virga metalica recurva *be* aptatur intra tubum vitreum *da* mastice conglutinatum, ne in metallum electricitatem transfundat: os vasis *g* subære occluditur, aut tubus ferreus globo plumbeo oneratus, ut in sclopetis fieri solet, collocatur. Jam si corpori *electrizato* extremitas *b* propè contactum applicetur, ut in machina electrica fieri solet; scintilla electrica excitabitur, quæ virgam *be* transcendens, alteram scintillam ejaculabit è globulo *b* ad alteram extremitatem in modum virgæ recurvæ conformata, ab eaque incendium in *gas* vase contentum transfundetur; quod quum clausum sit, magno fragore obturamentum subæreum, aut plumbeum globum explodet. E fodinis, præsertim unde carbo fossilis extrahitur, aer inflammabilis exhalat, qui sua levitate superiora petit: idcirco magna cautio est fossoribus inibi laborantibus, ne facibus accensis incendium excitent, quod ipsorum vitæ dispendio fieri, nemo non videt, et quandoque tristi experimento compertum est. Augustæ Taurinorum paucis abhinc annis, referente Josepho Poli, oculato teste, quum quidam locus

immundas purgaretur, ubi hujusmodi gas magnam copiam contineri supra innuimus, quidam ex operariis, fortasse ut loci profunditatem exploraret, chartam accensam demisit, à qua incendium, cum fragore adeò vehementi excitatum fuit, veluti si plura tormenta bellica majora explosa fuissent. Ex quo plura meteora atmospherica, ac etiam quæ propè superficiem terræ visuntur, explicata faciliora fiunt, ut sunt tonitrua, fulgura, coruscationes, ignes fatui in sepulchretis, non sine terrore à vulgo conspecti, quasi ignis explatorii animarum, quarum corpora ibi sepulta jacent, indicium foret; aliaque sexcenta, quæ facili animadversione in natura deteguntur.

188 Juvat ad caleem hujus capitis gravitates específicas fluidorum elasticorum, tum cum gravitate aeris atmospherici, quum etiam cum gravitate aquæ puræ seu distillatæ comparatas, exhibere in decimalibus ex Brissoni.

Aer atmosphericus	100,0000
Aer purus, gas oxyg. *	108,6795
Gas azoticum	96,6040
Gas nitrosum	105,6365
Gas acid. carbon.	151,0642
Gas acid. muriat.	173,2344
Gas acid. sulph.	206,0560
Gas ammoniac.	53,0353
Gas hydrog. pur.	8,0425
Aqua distill.	10000,0000
Aer atmosph.	12,3233
Aer purus seu gas oxyg.	13,3929

Gas azoticum	11,9048
Gas nitrosum	13,0179
Gas acid. carbon.	18,6161
Gas acid. mur.	21,3482
Gas ammon.	6,5357
Gas hydr. pur.	0,9971
Gas sulph.	25,3929

## CAPUT TERTIUM.

*De Atmosphæra terrestri.*

189 **Q**uocumque terrarum nos vertamus, fluido circumdamur, cujus proprietates, variationibus exiguis à loci constitutione provenientibus demptis, ubique gentium eadem sunt, ut peregrinationibus per universam orbis superficiem, terra marique etiamnum institutis, comprobatum habemus. Tellus igitur undique aere circumfunditur, qui ubique ipsius figuram affectat; à gravitate nimirum in centrum, ut fluidorum mos est, id exigente, quum omnes ejus particulae per lineam directionis gravium (Phys. Gen. 221) ad terræ centrum ferantur. Quare atmosphæra telluris tamquam fluidum uniforme per universam ejus superficiem diffusum, eisdem legibus atque affectionibus subjectum, ad quamdam à terra altitudinem pertinens, ipsiusque terræ quasi vehiculum concepi potest. Ceterum antequam de atmosphæra reliqua, quæ dicenda occurrunt tradamus, vapores ab exhalationibus secernere oportet. Vapores aquosis, et humidis, exhalationes siccis cujuscumque demum generis sint particulis constant.

190 Prop. I. «Atmosphæra est fluidum heterogenearum substantiarum particulis magna copia refertum.» *Dem.* Innumera corpora in terra continenter dissolvuntur; in vapores, fumum, ignem abeunt, alia continenter pondere minuuntur insensibili evaporatione ac transpiratione, quæ in viventibus nisi alimentorum pabulo denuo reficiantur, tandem interitum ipsis affert, maxima sui parte amissa. Quo igitur hæ substantiæ deperditæ abeunt? Nam materia aliam configurationem induere potest, interire omnino non potest. Quare substantiæ omnes in tenuissimas particulas resolutæ, neque uspiam loci apparentes, in aliam conversæ figuram, in atmosphæra ipsas recipiente, exilissima mole conformatæ, quæ specificè aere circumfluo evadat, contineantur oportet. Experimenta singulatim id in plantis, animalibus, aliisque corporibus comprobantia, legi possunt apud Stephanum Hales in duobus eximiis opusculis, quæ *Vegetabilium* alterum, alterum *Animalium Staticam* appellavit. Nos hic præcipuas substantias, à quibus atmosphæra exhalationum et vaporum copia gravis fit, ex Muschemb. cap. 38 Elem. Phys. colligemus.

191 1. Omnes odorosæ particule ex plantarum trunco, frondibus, floribus, fructibus circumfluentes. 2. Vegetantium fluida continenter ab ipsis transpiratione exhalata. 3. *Spiritus*, qui ex succis plantarum, florum, fructuum etc. in humanos usus conficiuntur, quorum major copia in auram transmeat, quam arte colligatur: his similes natura spontè educit ex omnium ve-

getantium partibus dum soli aprico exponuntur. 4. Volatilia plantarum olea, sales, terræ volatiles, particulæ metallicæ etc., quæ actione caloris dissolvuntur, ac per atmosphæram ultrò citròque deferuntur. 5. Animalium respiratio, sudor, transpiratio, aqua, salibus, oleis, limpha etc. referta, ac per auras avolantia; quæ pariter ex putrescentibus corporibus fermentatione rarefacta extruduntur. 6. Aquarum evaporatio ex marium, lacuum, fluminum, stagnantium aquarum in superficie terræ, et ab ipsa etiam magna copia à pluvia, rore, nive, ceteris imbibitarum mole provenientia. 7. Ex fossilibus plura atmosphæram implent quam recenseri queant, ut Sulphur, Arsenicum, Antimonium, Auripigmentum, Zincum, Cobaltum, Bismut, olea fossilia, quorum particulæ è terræ visceribus spirantia in auras deferuntur. Plurima etiam è vulcanicis cavernis, quarum et numerus est opinione major, et combustionem dissipantur substantiæ omnis generis, quæ in visceribus terræ depositæ, ignis actione attenuatæ aeri immiscentur. 8. Omnium fluidorum aeriformium elementa, quæ in atmosphæra veluti propriam habent sedem, et copiosissimè in naturæ officina in singula momenta nulla intercapedine elaborantur; ut meritò dici queat, atmosphæram terrestrem esse magnam naturæ officinam, in qua omnes Chimiæ operationes continenter perficiuntur. Adde huc immensam animalculorum copiam, quæ tamquam pisces in aqua, sedem propriam in atmosphæra habent; innumera exilissima semina; ovia etiam ani-

malculorum tenuissima; quæ à ventis ultro citroque delata, plurima edunt phænomena, ex quibus opinio ortus animalium ex putredine olim traxit originem, ac patrocinium etiamnum apud quosdam non infimi subselli viros invenire miramur.

192<sup>a</sup> Prop. II. «Exhalationum ac vaporum elevatio multiplici de causa evenire potest; quin de attractionibus et affinitatibus pronunciemus.» Prob. Ex tabula gravitatis specificæ cujusque fluidi aeriformis habemus, plura ex illis aere atmosphærico leviora esse: debent igitur ex hydrostaticæ legibus ascendere, dum in officina naturæ ad hujusmodi fluidi indolem capessendam adiguntur, eo modo quo globi aerostatici sursum versus, hominibus etiam onusti, deferri conspiciuntur. Ex his autem fluidis pleraque substantiis rarefactis, ab aere penitus diversis componuntur, ut suo loco Chemicorum vestigia legentes posuimus: quare præcipua causa elevationis harum substantiarum ab specifica levitate, quam vi resolutionis obtinent, præ aere atmosphærico, desumenda videtur. Alii Scriptores ad causam ascensionis liquorum per tubos capillares recurrunt atmosphæram veluti spongiam infinitis tubis capillaribus compositam imaginantes, quod quidem à vero non abludit; cui etiam materiam electricam è globo terraqueo jugiter avolantem suppetias præstare non dubitant. Illud certum è Chemicis tentaminibus habemus, natura et arte ex omnium ferè corporum substantiis fluida aeriformia haberi, quæ continenter in atmosphæ-

ram delata, perpetuas inibi vicissitudines subeunt, atque ex gravioribus in leviora transmutantur, *basibus* eorundem resolutis, quæcumque demum causa sit mirabilis hujus transmutationis, quam Chemici ab *affinitate* in Physica generali explicata repetere non dubitant: nos autem arcana naturæ venerantes, effectum *affinitatis* existere non inficiamur; quid tandem ipsa *affinitas* sit, seu causa illam produciens, ingenuè ignorare fatemur.

193 Schol. Problema definiendæ altitudinis atmosphæræ terrestris plurimum torsit Physicorum ingenia. Difficultatis cardo in eo vertitur, quod nulla certa lege definiri potest densitatis aeris atmosphærici decrementum. Plures enim hypotheses fingi possunt, in quibus iisdem assumptis diversa admodum decrementa atmosphæricæ densitatis eruantur. Aeris densitatem viribus comprimentibus esse proportionalem in superficie telluris, dummodo solitos condensationis terminos compressio non excedat, experimentis satis accuratè respondet. Verum in diversis altitudinibus hujusmodi legem non servari, experimentis etiam compertum est. Et quidem si densitas aeris constans ubique foret, è barometro facili negotio, ut in opere de *Barometro et Thermometro* Franciscus Perez ostendit, per regulam auream altitudo atmosphæræ deduceretur. Hallejus raritatem aeris progressionem geometricam sequi, arithmeticæ progressioni respondentem, in qua strata atmosphærica in æquales partes à terra ad altitudinem extremam dividantur, de-



monstrare conatur; ac demonstratum quidem foret, si supremus raritatis gradus, ad quem aer reapse pertingit, cognosceretur. At incerta prorsus est ratio, quam elasticitas, ac densitas in superiore atmosphæræ parte observant: unde conamen Hallei, problema tantum conditionatè resolvit, dato nimirum gradu densitatis, ac elasticitatis acris uniformiter decre-scentis. Quod quum necdum certum sit, incertam prorsus relinquit atmosphæræ altitudinem.

194 Aliam viam tenet Philippus de la Hire à crepusculi principio deducens, ad quam altitudinem atmosphæra pertingat. Etenim ex observationibus astronomicis compertum habemus, crepusculum desinere, ac incipere, quum sol 18 grad. infra horizontem jacet; tuncque ejus radii in atmosphæram incidentes versus terram refringi incipiunt, ex quo prima lux crepusculi oritur à radiis versus terram refractis. Hac methodo per trigonometriam Hiri-  
us altitudinem atmosphæræ ad 37,223 ulnas marinas seu 17 leucas gallicas porrigi deducit. Enimvero à crescente versus terram densitate refractionis continenter augeri debet, quapropter linea refractionis recta esse non potest: at continuo flexu à suprema parte ad infimam incurvari. Ea de causa curvedinem ad lineam rectam calculo reducendo, extensionem atmosphæræ ad 35,362 ulnas, sive 16 leucas tandem restringit. Quæ quidem computatio à vero prorsus non abluderet, si nonnulla, quæ assumuntur, incerta non forent. Nam 1. initium crepusculi

nullo certo experimento aut calculo definiri potest; quum tenuissima lucis fila satis discerni nequeant ab oculis, donec quemdam gradum densitatis acquirant. 2. Incertum pariter est quandonam deusitas aeris atmosphærici in suprema regione eum gradum densitatis acquirit ad refringendos radios lucis necessarium. Fieri siquidem potest, ut per magnum spatium aer in suprema regione protendatur, adeò rarefactus ac levis, ut refringendæ luci par minimè inveniatur, aut refractionis ferè sit insensibilis. 3. Variationes in atmosphæra adeò sunt frequentes, ut ipsius strata aut columnæ multum ab invicem remotæ eundem gradum densitatis ferè numquam obtineant; quare refrangibilitas valdè diversa in spatio 18 grad. per quod radii solares transmeant usque ad horizontem, atque ex illo horizontis puncto ad nos usque adveniunt, inveniatur oportet; quæ omnino incertam faciet deductionem altitudinis atmosphære à crepusculis derivatam.

195 Ad pressionem atmosphære supra nostrum corpus incumbentis quod attinet, haud difficile est pondus æstimare ex principiis notis, columnæ scilicet aeris cum aqua aut mercurii columna ejusdem basis æquilibrium, servantis. Nam si superficies corporis statuatur tamquam basis columnæ aeris superincumbentis, pondus hujusmodi columnæ æqualis erit ponderi cylindri aquæ ejusdem basis, et altitudinis 32 ped. aut mercurii 28 poll. Superficies corporis humani assumpto termino medio inter maximam ac minimam staturam, 14 ped. qua-

dratis æqualis censetur; aliis tamen 15 statuere placet, quod à veritate non longè aberrat. Pes autem cubicus mercurii computante Brissoni 949 lib. 12 unc. 2 dragm. 13 gran. pendet; ex quo deducitur, prisma (Math. 392) seu columnam mercurii, cujus basis pes quadratus sit, altitudo 28 poll. æqualis, lib. 2,216, ac unciam cum 7 dragm. et 54 gran. pendere; quod pondus si per 15 ped. quod superficiem humani corporis aeris pressioni exhibere posuimus, multiplicaveris, 33,241 lib. 13 unc. 4 dragm. 23 gran. pro media pressione, quam ab atmosphæra sustinemus, exhibebit. Verum hæc præssio constans non est, quoniam altitudines barometr. frequenter variant; ac nonnumquam usque ad 3 poll. augeantur, aut minuuntur. Erit itaque augmentum ponderis, quod sustinemus, aut decrementum, quo levamur, æquale 3,561 lib. 10 unc. 12 gran. Ingens sanè pondus! quodque immutationem haud exigentem in machinam nostram inducere deberet, nisi à fluidis aeriformibus intra machinam animale, ac præsertim in cavitatibus contentis, ac liberè suam elasticitatem exercentibus, hujusmodi variationes non sustinerentur, sine detrimento machinæ illas subeuntis.

196 Quod autem in machina animali ejusmodi fluidum aeriforme contineatur, ac intra ipsum sanguinem se insinuet, sequenti experimento ostensum fuit. In occisi animalis, puta vituli, aut arietis vena jugulari, sanguine adhuc tepente, fiant duæ ligaturæ strictissimæ

ad tres pollices invicem distantes; tractusque venæ à ligamentis comprehensus recidatur, atque intra *recipientem* machinæ pneumaticæ collocetur. Vix aer extrahitur, et rarior fit, vena magis turgescit, ac in volumen plusquam duplo majus distenditur; ab aere nimirum intra sanguinem contento dilatata, ut in vesica præbe ore obturato in eadem machina collocata, postquam aer extractus ab antliæ pressionibus fuit, fieri videmus. Quod si cultri acie intra machinam ad id præparati parva incisio in vena turgente fiat, sanguis violenter erumpit ad instar spumæ conformatus, ac bullas aeris manifestans, à quibus mercurius barometri intra *recipiens* inclusi, ad duos aut etiam tres pollices sublevatur.

197 Corol. Haud dubium quin hujusmodi pressio corporibus terrestribus benefica sit, à qua plura derivantur beneficia, quæ facile quisque percipiet. Nam respiratio, humorum secretio, sanguinis circulatio, nutritio, transpiratio etc. maximè ab atmosphæræ pressione juvantur. Quousque tamen et majorem pressionem sustinere, et ab ea sublevari sine præsentis vitæ periculo possimus, duobus exemplis conjicere possumus. Ac primum quidem urinatorum, qui sub campana vitrea ad 300 ped. eoque amplius mari demerguntur, ac proinde aerem novies densiorem quam in superficie terræ sit, inspirare coguntur, sine vitæ discrimine, dummodo aer subindè renovetur. Alterum eorum, qui ad magnas altitudines tum in globis aereostaticis, quum etiam

ad fastigia excelsorum montium pedestri itinere attolluntur, Breviter hic, quæ Saussure expertus est in peregrinatione ad verticem montis, quem *Montblanc* dicunt, referre sufficiat. In altitudine 1,900 hexap. supra maris superficiem nullam sensibilem alterationem in machina animali nec ipse, nec qui eum comitabantur socii experti sunt; ubi barometrum ad 18 poll. et lin. duas jam descendisse comperiebatur, ac proinde jam tum undecim mille libras eoque amplius pondus atmospheræ decreverat. Verum dum à 1,900 usque ad 2,450 hexap. per quas à superficie maris sursum versus fastigium montis attollitur, incedebant; continenter se malè affici experti sunt, et quasi cardiaco malo corripèrentur, respiratio anhelans, pulsationes continenter fiebant velociores, usque ad 100 per singula minuta, quum antea 72 non excederent; vires deficiebant, atque omnia corporis munia veluti ab ægrotante peragebantur. Quod si pondus à pressione imminutum ad calculos redigamus, ab altitudine 1,900 ad 2,450 hex. 2,500 libras haud exæquare comperiemus; quum antea plusquam undecim mille lib. imminutum minime senserint. Sed de his satis.

## CAPUT QUARTUM.

### De Sono.

**S**onus est ille strepitus à corporibus collidentibus in aere excitatus, cujus medio ad

aures, atque ab his ad animam ejus sensatio transmittitur. Quare ad sonum, prout à nobis percipitur, tria hæc concurrere debent: dispositio videlicet in corpore collidente ad fragorem excitandum; medium per quod hujusmodi fragor ad aures defertur; ac sensatio in organo excitata usque ad animum transmissa, ac percepta. Hoc ordine soni affectiones breviter perpendemus.

### §. I.

#### *De Sono prout à corpore excitatur.*

198 Corpora sonora illa dicuntur, quæ non solum aerem remove, ac percutere queunt, quod ferè omnium corporum proprietas est; ut saxum in terram allisum, aerem disrumpens et concutiens, rumorem in auribus producit: verum et iteratas, et distinctas, et comparabiles edunt percussiones, quæ ad aures transferantur, ut sunt campanæ, fides instrumentorum musicalium, cetera. Duo igitur in motu corporis sonori requiruntur ad sonum edendum; percussio videlicet aeris, et percussio iteratio, quæ continuatas in aures sensationes producat, ut sonus comparabilis evadat. Hoc autem fieri nequit nisi corpus semel percussum motum concipiat diù continuandum; ut perspicuum est rem attentè perpendenti; quare quum motus sit translatio corporis de loco ad locum, corpus sonorum semel percussum in hoc motu continuato diù perseverare debet. Porro nullum

corpus motu solum progressivo delatum sonum permanentem et comparabilem edere potest; quoniam ab aure recedens, aut ad illam accedens, versus eandem plagam aerem propellit; unde illa subsultatio in organo produci nequit, à qua soni permanentis, et comparabilis, quæ proprietas est corporis sonori, sensatio proficiscitur. Motus igitur corporis sonori vibratorius sit oportet, oscillationes peragens quæ ita ac reditu perficiantur, ex quo similes in organo sensorio subsultationes excitentur.

199 Corol. Omne igitur corpus sonorum elasticum esse debet, quoniam elasticitatis characteristica notio est, corporis elastici ad pristinum statum restitutio (Phys. Gen. 119 et 175.) Hujusmodi autem oscillationes in corpore sonoro modò expositæ, à percussione excitatæ, nihil aliud sunt, quam conatus se ad pristinum statum restituendi; quippè omnis percussio vera compressio est. Quare partes corporis sonori ob pressionem extra locum suum delatæ, vi comprimenti æquali se restitunt ad locum unde discedunt: quumque ob motum conceptum terminum illum transiliant, neque ob cohæsionem partium recedere queant, extincto illo motu; ab elasticitate ad alteram partem iterum reducuntur, donec à resistentia aeris ambientis et fricationis inter particulas corporis sonori continui itus et reditus extinguantur. Quod etiam experimentis obvis, fides instrumentorum percutiendo, quisque inspicere potest: visibiles enim sunt

agitationes nervorum, aut filorum chalybeorum in instrumentis musicis hinc illinc à percussione se se transferentium, ut in motu oscillatorio pendulorum fieri demonstravimus in Phys. Gen. art. 242.

200 Verum et alter motus *subsultorius* in fidibus, campanis, ceterisque sonoris insignis est, præter motum oscillatorium toti corpori communem. Videmus namque etiam oscillationibus ad sensum cessantibus, partes omnium fidium tremore quodam correptas subsultare, contremiscere, ac si propius aurem admoveamus, mussitare, quando adhuc vehemens perseverat nervi convulsio. Hinc orta inter Physicos quæstio, à quonam ex istis duobus motibus, oscillatorio totius corporis sonori, aut *subsultorio* singularum partium sonus perficiatur. Pro motu oscillatorio quidam cum Krafft pugnaverunt, contradicentibus Perrault, Carreo, Hirio, è quorum tentaminibus id solum deduci videtur, sine motu tremulo partium sonum edi non posse. Hoc quidem mihi satis ab ipsis ostensum esse apparet, nullum in fidibus, aliisque sonoris edi posse sonum, si ad oscillationes tantum concitentur; ut dum plectro sebo inuncto chordæ tensæ pulsantur, quæ motum quidem vibratorium concipiunt, sonum tamen non edunt, quia tremula partium *subsultatio* à plectro sebo inuncto non excitatur, ut dum colophonia plectrum delinitur: tum enim colophonia ob particularum asperitatem tremorem in singulas nervi particulas inducit, à quo subsultorio motu sonus



præcipuè generatur. Oscillatorium tamen motum insuper requiri ad naturam soni concipiendam, illud mihi persuadet, sonorum diversitatem à numero vibrationum definiri, ut mox ostendemus, atque inter omnes convenit: quod quidem satis ostendit et vibrationes requiri, et tremorem in partibus adesse debere, ut corpus sonorum suo munere fungatur: quare sit

201 Propos. I. «Sonus in tremulo partium corporis sonori motu, ipsiusque oscillationibus constituendus simul videtur; ita ut præcipua origo soni ab intestinis vibrationibus partium cum toto corpore oscillantibus desumenda sit. Et quidem vibrationes partiales maximè ad sonum excitandum conducere, ex his quæ modò diximus satis luculenter ostenditur. Quod ad oscillationes, ut ajunt, totales attinet, nemo unquam concipiet sonorum corpus vibrationibus internis agitatum sonum edere, quin simul oscillare hinc illinc intelligat. Deinde omnia quæ afferuntur experimenta contra Krafft, probant quidem corpus oscillare posse, quin sonum edat, minimè autem sonum edere, quin oscillet; quare ne quæstiones inutiliter multiplicemus, utrumque ad sonum concurrere fatendum est, ex duobusque motibus simul compositis ipsum generari.

202 Dices: Chorda cymbali si calamo corvino percutiatur, ut sonum edat, ac frustulum panni applicetur, aut quodlibet aliud corpus molle, silebit statim: at si pedetentim admoveatur acies styli ferrei, rursus ad sonum con-

citabitur: quia corpus molle tremorem plurimum hebetat, durantibus tamen vibrationibus undulatoariis, admoto cultro tremor ille excitatur: ergo ab hoc tantum sonus concitatur. R. *conc. ant. neg. cons.* Idem quippe contingeret si motu oscillatorio cessante, tremulus tantum remaneret, corpus nimirum agigaretur, sonum verò ad aures non transmitteret. Et quidem dum oscillationes perceptibiles non sunt, chorda silet, quamvis adhuc oculis motus tremulus percipiatur.

## §. II.

### *De Soni propagatione.*

203 **Proposit. II.** «Sonus à corpore sonoro ad aures mediis undulationibus fluidi ipsum ambientis transmittitur.» *Dem.* Etiam si corpus ad motum oscillatorium et tremulum concitetur, in eoque diù perseveret, aures afficere non potest, à quibus remotum est; nullus quippe motus communicari potest, nisi corpus movens movendum quoquo modo contingat ex lege constanti naturæ, quam ubi de *causis occasionalibus* in *Metaphis.* explicuimus. At corpus sonorum plerumque ab sensu auditus valdè semotum est; quare medio aliquo suam actionem in illud exercere debet, quod et præsens sit, et utrumque corpus contingat. Aer autem interjacens per omnia corpora ita diffusus est, ut is solum vehiculum hujusmodi motu concipi queat; ab eo igitur sonus ad aures defertur.

Mitto innumera experimenta in machina pneumatica capta, è quibus luculenter deductum est, etiamsi ratio id non suaderet; corpore intus in *recipiente* sonante, dum exantlatur aer, sonum minus, ac minus audiri, donec aere, quoad fieri potest extracto, ferè non audiat. Unum tantum præ omnibus exponere juvat, quippe recens est, et conclusionem extra omnem dubitationis aleam exponit, relatum in *Transact. Anglic.* anni 1790. num. 321. Intra *recipiens* machinæ pneumaticæ collocata fuit campana automaticè sonans, ut in horologiis fieri solet; supra primum *recipiens* aere non evacuato, aliud magnæ amplitudinis collocatum fuit, atque eadem cautela, qua primum adamussim sigillatum, ac pondere gravi onustum ne aer externus, dum antlia internus secundi *recipientis* exhauriretur, in ipsum permearet. Deinde aere in primo *recipiente* relicto, à secundo magna diligentia extractus fuit aer, interea campana inclusa intus sonante. Postquam à secundo *recipiente* aer, quoad fieri potuit, evacuatus fuit; sonus æris campani amplius non percipiebatur; donec paullatim denuo introducto aere, iterum audiri coepit.

204 Schol. Soni propagatio per alia fluida etiam obtinetur, experientia docente, urinatores ad magnam profunditatem demersos explosionem tormentorum bellicorum audire. Campana etiam automaticè sonans intra capsulam probè occlusam, intraque mercurium demersa sonos transmittit, si Gravesandio fides habea-

tur. Hic idem auctor testis est, per solida etiam corpora propagari sonum: ait enim, audiri campanam, quæ sonet intra pneumaticæ machinæ vas recipiens aere vacuum, si filum æneum campanæ sonanti appositum extra machinam porrigatur, et filo auris applicetur. Intra machinam quidem nullum est fluidum, cum quo sonans corpus vibrationes communicet; quare indubium omnino est, per filum solidum illas transmitti. Quando autem intus campana sonat nondum evacuato aere, tremores hujus fluidi ad aurem transfundi nequeunt, nisi mediantibus oscillationibus vitri ab aere interno ad tremorem concitati. Ex quo aliisque documentis discimus, sonum per corpora solida transfundi, atque illa concipere oscillationes earum similes, quæ per aerem ad sensum auditus transducuntur.

205 Oppones tamen 1. Aqua non est compressionis capax, adeoque sonum transmittere non potest, qui à compressione ortum ducens, à corpore compressionem renuente excitari nequit. R. Etiam si compressionem aqua non admittat, dum intra vas undique oclusum continetur, ac partes premendo invicem accedere coguntur; quod tamen nuper falsum ostensum est, ut refert Auctor Elem. Phys. ad Subalpinos, quæ postquam hoc opus exactum esset, ad manum pervenerunt, quando tamen aqueæ particulæ recedendi locum habent, undulationes recipere ac transmittere possunt, ut in vase aqua pleno cujus labrum si digito circumducto comprimatur, tremorem in aqua

excitari videmus. Deinde ab aere intra aquæ poros magna copia latente hujusmodi vibrationes transfundi quoque possunt : unde etiamsi res experimentis non constaret, contra quæ argumenta nullum pondus habent, adhuc medium sufficiens ad transmissionem motus sonori indicari posset.

206 Oppones 2. Difficile conceptu est, à levissimo aere minima ipsi indita velocitate, sonum, maximè mediis solidis corporibus, propagari: ergo alia occulta causa intervenit ipsum transmittens. *R. neg. ant.* Quæcumque enim difficultas ab imaginatione assertæ veritati opponatur, contra experientiam constantem, ac mille modis tentatam prævalere non potest. Sive enim mediante aere intra omnium corporum poros contentum, sive à dispositione elementorum eorundem hæc facilitas ad impressiones aeris tremulas recipiendas proveniat; illam omnia corpora habere pro diverso elasticitatis gradu certissimum est; quare si perfectè mollia excipias, quæ forsitan in natura nulla inveniuntur, cetera plus minusve tremula sint oportet, ad aeris concussionem accipiendas, ac remittendas conformata.

207 Oppones 3. Soni celeritas ventorum rapiditatem plusquam trigesies superat; at vis est factum ex massa in velocitatem; ergo sonus impressionem in sensum faceret multo majorem, quam vehementissimus ventus; quod experientie contrarium est. *Resp. disting. maj.* soni celeritas proveniens à motu progressivo, ut in vento fit, rapiditatem etc. superat, *neg.*

à motu undulatorio, *conc. maj.* Atque hæc magna intercedit inter utrumque motum disparilitas: ventus scilicet de loco ad locum mo-lem aeris non exiguam transfert, sonus non item; sed ab una ad alteram particulam communicatur, ut ferè in globis contiguus fit. Momentanea tamen non est ob exigua interstitia, quæ intra particulas aereas intercedit; ob id-que intervallum sufficiens inter compressionem ac restitutionem relinquitur, ut motus instantaneus non evadat.

208 Oppones 4. Plures eodem tempore à corpore sonante, puta lyra, transmittuntur soni: imò musici, qui acutiori auditu pollent, in eadem chorda resonante diversos se percipere sonos testantur: contra leges autem motus est, ab eadem causa movente, eadem directione diversos motus excitari, ut fieri deberet si aer à chorda concussus ad tremorem, diversas impressiones sonorum reciperet, quas ad aures transmitteret: ergo sonus per oscillationes aeris non communicatur. R. *dist. maj.* plures transfunduntur soni per easdem aeris particulas, *neg. maj.*; per analogas, et aptas ad recipiendas, ac transmittendas sibi respondentes impressiones, *conc. maj.* Hæc sane est Mairani hypothesis, quæ satis huic difficultati facere videtur: nimirum, ut in luce, etiamsi corpus maximè homogœneum videatur, plura tamen continentur heterogenea elementa ipsam componentia, à quibus colorum diversitas modificatur (40) ob diversos *refrangibilitatis* gradus, quibus donantur; ita etiam in aere diversa elementa

contineri, quæ ad dissimiles vibrationes excipiendas apta sint, singulæ singulis elementorum speciebus respondentes, quæ tales ac non alias transmittant. Hinc quemadmodum rubeus color à sui generis particulis depingitur, etiam si aliorum colorum particulis permixtus sit; haud dissimili modo à chorda graviorem tonum edente particulæ huic respondentes excitantur, aliis acutioribus impressionem minimè recipientibus; nisi simul à corpore sonoro acutior sonum edente ad vibrationes sibi analogas concitentur. Ex quo id etiam satis aptè explicatur, cur innumeri soni nulla confusione per aures transeant, diversasque impressiones in organo auditus excitent, quæ distinctè percipiantur. Per exiguum quippè foramen integrum hemisphærium radios coloratos transmittit, qui nullâ confusione in oculi retina imagines suis coloribus depingunt, quas animus distinctè percipit, invicemque distinguit. Quid ni et sonora corpora septem etiam tonos musicos, septem coloribus respondentes, in aere præparatos inveniãnt, qui prout diversimodè concutiuntur, quisque suam analogam vibrationem excipiat, atque ad aures transmittat?

209 Ex his plura, quæ contra Mairani theoriã opponi possent, non incongruè solves. Nimirum 1. Hujusmodi heterogeneas particulas in aere existentes gratis confingi. 2. Difficile admodum est concipere particulas ita invicem proximas sibi esse, ut oscillatio queat per alias homogeneas ad longum spatium transmitti. 3. Tot concussiones motuum à pluribus sono-

ris emanantium invicem collidere deberent, ac se mutuò conficere. 4. Etiam si in diversis tonis ejusmodi collisio sonum non destrueret; quum è diversis plagis toni unisoni, ac proinde homogenei, sibi occurrunt, se destruere, certè confundere oporteret. Hæc, inquam, si quæ in luce ab experimentis comperta habemus ritè perpendantur, majorem difficultatem non habent, quam quæ contra lucis phænomena opponi possant. Unum tantum est discrimen, videlicet quod in luce et à natura in iride, et ab arte in prismaticæ disjunctio à diversis refrangibilitatis gradibus mechanicè ostenditur; quæ tamen in aere nullo instrumento obtineri potuit, certè hactenus tentatum non fuit. Enimverò si septem chordas tonos ejusdem octavæ exactissimè referentes, veluti prisma septem radios coloratos separans concipiamus; quin ab eadem chorda tonus alius ex septem umquam edatur, ut radius quilibet non alium repræsentat colorem, nisi suum; non incongruè ex analogia deducemus, colores et sonos in omnibus convenire, ac sibi invicem amicam manum præstare; ut quæ difficultates in luce ac coloribus occurrunt, à sono explicentur, et vicissim ab his, quæ in luce perspicua sunt, sonorum tenebræ illustrentur. Ceterum ommissa etiam Mairani, hypothese responderi potest, eandem particulam aeris aut lucis à circumstantibus aliis particulis in diversis punctis premi posse: quam diversam pressionem in circumstantes alias particulas diametraliter oppositas transmittat, à quibus in alias et alias dein-



vore varietur; Blanconus è Bononiensi colleg. S. Pauli plus quam 13 mil. ab Arce Urbana dis-  
sito, velociorem fuisse sonum æstate quam hie-  
me duobus secundis notavit. Quidquid sit de  
hisce observationibus, quæ minus accuratæ,  
quam illæ Caillei censi possunt, atque à ven-  
torum directione provenire potuerunt; illud  
mihi difficile suadebitur, variata aeris consti-  
tutione à majore vel minore elasticitate, ac  
densitate soni velocitatem nihil immutari. Po-  
tuit enim accidere, ut eo tempore quo experi-  
menta capta fuerunt, mutationes non admo-  
dum magnæ occurrissent, aut à ventorum di-  
rectione eliderentur, aut demum exiguas ad-  
modum fuisse, quæ observatorum diligentiam  
effugerint; ad majorem tamen distantiam no-  
tabilem varietatem induxissent. Sanè intensitas  
soni ab ejusmodi varietatibus sensibiliter im-  
mutatur, quod est alterum præsentis articuli  
argumentum.

212 **Proposit. III.** «Soni intensitas in me-  
dio densiore augetur, in rariore minuitur.» Et  
quidem ab experimentis in aere rarefacto, aut  
nimium condensato captis, perspicuè deducitur,  
sonum in primo remitti, in altero augeri.  
Collocata enim campana automaticè sonante in  
machina pneumatica, sonus aere exhausto lan-  
guescit, condensato vehementior evadit. Haux-  
bejus quidem varias aeris densitates notando  
ope barometri in recipiente pneumático inclu-  
si invenit, duplicata aeris densitate sonitum  
campanulæ ad duplam distantiam audiri; tri-  
pla condensatione facta ad triplum spatium

sonus porrigebatur, et sic deinceps. Contrarium verò rarefactione aucta evenire, ac proportionem eadem sonum decrescere, inversa operatione comprobavit. Hoc etiam expertus est Brissonus, machinulam campanula sonante instructam in *gas acidum carbonicum* immergendo, quod densius aere atmosphærico esse supra monuimus; cujus sonum valdè auctum sensit, atque ad majus spatium extendi comperuit; quod etiam naturæ soni vehementioris conforme esse, res ipsa monet.

213 Prop. IV. «Intensitas soni in corpore sonante considerata, augetur in ratione composita ex numero particularum oscillantium, et velocitatis, qua in circumstans fluidum ipsarum vibrationes transferuntur.» Prob. Corpus eo impensius sonabit, quo ejus motus quantitas major fuerit; at motus quantitas à velocitate in massam ducta æstimatur; ergo quo plures fuerint partes, et major earum celeritas, intensior erit sonus; adeoque soni magnitudo rationem habet compositam numeri particularum corpus sonorum componentium, et impetus seu celeritatis, qua hæc particule circumstans fluidum ad oscillationes impellant. Hac de causa corpora majora vehementiore sonitu quatiant aures, quam minora; et quæ magis elastica sunt, præ minus elasticis, si cetera sint paria; quoniam ab elasticitate intensiore particule celeritatem concipiunt majorem: quæ pariter à fortiore percussione impetu etiam augetur. Quare ab his omnibus simul magnitudo soni pensanda venit: in velocitate tamen

quum elasticitatem, tum etiam vim percussio-  
nis comprehendimus, ab his enim simul aut  
seorsim agentibus vim oscillationum provenire  
perspicuum est.

214 **Proposit. V.** «Soni intensitas à corpore  
sonoro tamquam centro computata decrescit in  
ratione inversa duplicata distantiarum.» Dem.  
Ab experimento Hausbei modò relato densitate  
dupla facta, ad duplam distantiam porrigeba-  
tur sonus; adeoque in subdupla distantia idem  
sonus quadruplo intensior esse debet: nam  
sphæræ superficies sunt in ratione duplicata ra-  
diorum (Math. 423); quare corpore sonante  
veluti centro sphæræ sonoræ considerato, su-  
perficie sphæræ subdupla erit ad duplam in  
ratione subduplicata sui radii, atque adeò qua-  
druplo minor altera: ergo erit quadruplo in-  
tensior sonus, sive ut 4: 1. Nam si concipiatur  
sphæræ cujuscumque corporis sonori diameter  
sive radius in æquales partes divisus 1, 2, 3 etc.  
spatium à superficie 2 comprehensum erit ad 1,  
ut 4: 1, quæ est ratio duplicata 2: 1, quare so-  
nus in spatio 1 intensitatem quater majorem ha-  
bere debet, quam in spatio 2, quoniam diffusio-  
nem quater majorem, quam in spatio 1 compre-  
hensus, subire debet. Hoc ipsum in luce jam os-  
tendimus, atque in quolibet corpore in spatium  
sphæricum se diffundente fieri debere, ob eam-  
dem rationem manifestum fit. Præterquam quod  
massa aeris intra recipiens machinæ contenta,  
considerari potest tamquam unum corpus sono-  
rum cum campanula sonante, quoniam ab utro-  
que simul vibrationes sonoræ excitantur in parie-

te vasis, à quo in externum aerem transmissæ, usque ad aurem perveniunt, in eaque sensationem producunt. Enimverò aucta in duplum densitate aeris in recipiente, in duplum etiam augetur massa corporis sonori: quare et sonus duplo intensior fieri debet. Hinc intensitas soni quadruplo major efficitur: ex quo in distantia ut 1 à recipiente intensitas soni quater major effici debet, quam erat priusquam aer in duplum comprimeretur. Quamobrem si æquetur 1 intensitas soni in distantia ut 1, antequam duplicetur densitas aeris, erit æqualis 4 in eadem distantia post aeris duplam densitatem: at densitate aucta ab experientia habemus in distantia æquali 2 intensitatem æquari 1: intensitas igitur soni minuitur in ea proportionem, qua crescunt distantiarum quadrata.

215. *Proposit. VI.* «Si medium, per quod sonus transmittitur, attendamus, soni magnitudo sequitur rationem compositam densitatis, ac elasticitatis fluidi, per quod sonus communicatur, si cetera paria fuerint.» Nam quo densius est fluidum, eo majorem numerum particularum ictibus corporis vibrantis exhibet, quæ oscillationes transmittant; et ab elasticitate intensiore vibrationes magis distenduntur, adeoque particulæ fluidi vehementius oscillant, auresque percutiunt: enimverò ab hac fortiore organi percussione magnitudo sonitus provenit: ergo intensitas soni in medio transmittente considerata et à densitate, et ab elasticitate repetenda venit.

216. *Corol.* Ex his principiis deducitur ra-

tio cur in medio densiore sonitus magis audiat-  
tur, quam in rariore: quoniam à densitate et  
numerus particularum circum corpus sonorum  
augetur, et elasticitas earundem intenditur  
(151). Hinc major erit soni intensio in regio-  
nibus borealibus, quam ad æquatorem jacen-  
tibus, ob densitatem majorem atmosphæræ,  
tum à frigore, quum etiam à gravitate majore  
condensatæ (Phys. Gen. 251); hieme item quam  
æstate, noctu quam interdiu, ubi cetera paria  
fuerint.

#### §. IV.

##### *De Tonis, seu sono gravi, et acuto.*

217 Intensitas, sive magnitudo soni aliud  
omnino est ab ejus *acuta* aut *gravi* resonantia:  
idem quippe corpus sonorum intendere, aut re-  
mittere sonitum potest; plus minusve gravem  
sonum edere non potest. Intensitas enim, sive  
magnitudo ejusdem pendet à vi, qua oscilla-  
tiones peragit; acutum verò aut grave sona-  
re, à majore oscillationum numero provenit,  
quæ sive longiores sive breviores fiant, eo-  
dem tempore semper absolvuntur (Phys. Gen.  
247). Si campanam aut chordam tensam  
blandius aut fortius pulsaveris, remissiorem,  
aut intensiorem sonitum edes; numquam ta-  
men acutiorem, aut graviorem efficies sonum.  
Hinc diversitas inter *sonum* et *tonum* inducta,  
ut utraque affectio ritè distinguatur. *Tonorum*  
quippe ad invicem distinctio ab acuto et gravi  
ducuntur, *sonorum* non item, nisi quum pro-

miscuè in vulgari acceptione sumuntur.

218 Prop. VII. «Tonus gravis, et acutus differunt à majore vel minore vibrationum numero, quem eodem tempore corpora sonora conficiunt. Gravis quidem erit, qui respectu habito ad alterum, à minore vibrationum numero concitatur: acutus qui eodem tempore à corpore crebrius oscillante producitur.» Prob. Constanti experimento habemus, chordas subtiliores acutum sonum reddere, crassiores gravem, si eodem tensionis gradu distendantur: at oculis etiam distinguimus frequentiores in primo quam in secundo esse vibrationes: ergo ex hoc fonte acuti et gravis differentia promanat, Ceterum grave et acutum perinde dicuntur, ac ponderosum et leve, quæ nomina relativa sunt, prout invicem conferuntur: nam idem tonus, qui gravis est respectu alterius acutioris, idem ipse acutus dicetur, si cum graviore conferatur.

219 Corol. Ex vibrationum igitur differentia toni inter se comparantur, ac definiuntur. Re tamen compertum est, quando vibrationes duplicantur, eundem tonum corpus sonorum referre, qui ab altero tantum differt in, profundiore organi vellicatione; perinde ac si duo aut plura corpora in duobus aut pluribus circulis concentricis parallelè per respectivas circumferentias deferantur; ex quibus centro vicinius lentè, quod tantumdem à centro removeatur velocius incedit, et sic deinceps: omnia tamen sub eodem radio deferuntur, atque in linea eadem continentur, ita ut à centro con-

specta quasi unum corpus latè distentum formare videantur. Leges tamen, quibus numero diversæ vibrationes comparantur, sunt sequentes:

220 1. Duæ chordæ aut duo corpora resonantia eodem tempore, ac æqualem numerum vibrationum conficientia, sunt unisona, sive omnino similes reddunt sonos, qui in unum coalescere videntur. 2. Fides duæ, quarum una duplum alterius vibrationum numerum eodem tempore conficit, tonos efficiunt, quorum alter est alterius *octava*; ex quibus illa erit superior, sive acutior, quæ vibrationes crebriores confecerit. 3. Si ex duabus fidibus altera tres vibrationes absolvit, dum altera duas tantum conficiat, *quintam*; quæ quatuor dum altera tres, *quartam*, quæ quinque dum altera quatuor, *tertiam minorem* component. Toni qui aliquo nomine insigniti fuerunt, sequenti schemate comprehenduntur, in quo et vibrationes respectivæ invicem comparatæ exhibentur.

1 ad 1 Unisonum	4 ad 3 Quarta, sive <i>diasaron</i>
2 ad 1 Octava, sive <i>diasaron</i>	5 ad 4 Tertia major, aut <i>ditonus</i>
3 ad 2 Quinta, aut <i>dias-pente</i>	6 ad 5 Tertia minor, sive <i>sesquiditonus</i>
5 ad 3 Sexta major	9 ad 5 Septima minor
8 ad 5 Sexta minor	15 ad 8 Septima major

221 Corol. Quum motus celeritas intendi ac remitti in infinitum queat; vibrationes etiam

corporis sonori celeriores aut tardiores indefinitè fieri possunt, ita ut toni modò descripti proportionem, eadem manente, distendi aut breviri queant. Verum aures, experientia docente, ad certum usque terminum oscillationum numerum distinguunt, quo aucto aut imminuto, amplius non discernuntur. Eulerus terminos, intra quos à nobis percipiuntur soni, à 30 ad 7520 vibrationes minuto secundo confectas comprehendit, et hoc quidem in *Tentamine novæ theoriæ musicæ*; at in *Litteris philosoph.* tom. I litt. 4, hos terminos intra 20 et 4000 vibrationes restringit; aded ut tonus, qui minus 20 conficiat, aut plusquam 4000, ab aure non discernantur; primus quidem ob nimiam remissionem, alter verò ob summam celeritatem, à qua nimium acutus evaderet. Quod etiam in singulis individuis maximè variare ab organi auditus diversa conformatione ex eo deduci potest, quod in angulis opticis, sub quibus objecta conspiciuntur, ab oculi conformatione maxima diversitas notetur; ita ut myopes objecta remota, quæ ab oculo benè conformato ritè discernuntur, prorsus non conspiciant; atque à presbytis minuscula corpora, quæ à myopibus clarè ac distinctè videntur, non percipiuntur. Ceterum Sauverus intra latiores terminos sphaeram tonorum concludit; videlicet graviores vibrationes  $12\frac{1}{2}$ ; acutiorem 6400 conficere debere, ut ab aure percipi queat.

222 Vibrationum numerus seu tonorum diversitas, è triplici capite derivatur; *longitudine* nimirum, *tenuitate*, ac *tensione* chordarum: ex



quo sequentes regulas observari, constanti experientia compertum est. 1. Si fides dux crassitiem et tensionem habeant æqualem, longitudine tamen differant, numerus vibrationum eodem tempore confectarum erit in ratione inversa longitudinum. Quare si altera alterius dupla sit, brevior duplum vibrationum numerum conficiet, ac superiorem octavam exhibebit. Si altera tres, duos altera pedes longa sit, hæc tres oscillationes, dum longior, duas absolvet; ac proinde in quinta erunt. Quod pariter ad alias longitudines proportionem supra enunciata convenientes, extendendum est. 2. Si *longitudine* ac *tenuitate* convenient, *tensione* tamen differant; numeri vibrationum erunt, ut *radices quadratæ potentiarum tendentium*. Positis igitur tensionibus seu potentiis ut 1 : 4, erunt in octava; ut 4 : 9 in quinta etc. quia radices sunt 1 : 2; 2 : 3 etc. quare in primo casu oscillationes erunt duplæ sive in proportionem *octavæ*, in altero *quintæ* etc. 3. Quod si ceteris paribus chordarum diametri, seu *crassitudo* earundem fuerit diversa, vibrationes erunt in ratione inversa diametrorum, ita ut quando altera alterius duplo crassa sit, duplum vibrationum numerum tenuior conficiat, atque adeo in octava sint: quod pariter dicendum de ceteris proportionibus supra memoratis.

223 Corol. Ex his tribus capitibus variari possunt multimodis rationes tonorum in chordis, atque adeo instrumenta invicem attemperari; quod frequenter evenire solet in choris musicorum, ubi plerumque hæc tria dissident in in-

strumentis tam pneumaticis, quam fidibus instructis. Quare chorda ab altera dissidens crassitie ac longitudine, illi attemperabitur, si in proportionē ipsi respondente tendatur; atque adeò ad unisonum, in octava, quinta ceteris, componi possunt.

224 Schol. 1. Omnia quæ in fidibus hactenus de sonis ac tonis posuimus, ad instrumenta pneumatica nullo negotio transferuntur, dummodò sequentia probè notentur. 1. Columna aeris intra tubum contenta ab inflatu oscillationes concipit, eo quod vis impellens aerem condensare nitatur. 2. Oscillationes hujusmodi eo esse frequentiores, quo columnæ longitudo decrescit, ut in fidibus evenire modò docuimus. 3. Longitudo columnæ augetur prout magis ab orificio, ubi inflatio incipit, foramen remotum sit; minuitur quo ipsi propinquius situm fuerit. Hinc ut diversitas tonorum obtineatur, digitis ad foramina applicatis longitudo major aut minor columnæ determinatur, quæ tonos efficit ad concentum necesarios. Hoc ipsum in quavis chorda evenire perspicuum est, quum in collo instrumenti digitis premitur, ut ad minorem longitudinem adducatur, quo facto crebriores oscillationes evadunt. Quod si à fidibus nerveis aut metallicis obtineri posset, ut in tota longitudine una eademque chorda digitis ad minores aut majores distantias compressa omnes simul tonos redderet, quos abbreviationes diversæ inducere possunt; instrumenta pneumatica et fidibus instructa in omnibus adamussim convenirent, atque ab una

tantum chorda, quod in pneumaticis peculiare est, plures simul toni sive integra modulatio perficeretur. Si autem tubi pneumatici foraminibus non distinguantur, ut tubæ sunt, inflatus ipse plus minusve incitatus oscillationes crebriores aut tardiores efficit, ex quo diversitas tonorum ab ipsis obtinetur. Quod tamen per omnes tonos aut semitonos ita adamussim inflatione exigere, adeò difficile est, ut huiusmodi tubis concentus ferè nullus educatur.

225 Schol. 2. Ad pneumatica instrumenta reduci possunt tubæ stentoreæ, quæ ad vocem longissimè producendam inventæ sunt. Optima huiusmodi tubarum figura est illa, quæ *parabolam solidam* referat (Math. 490), sive forma simili illius sit, quæ ex *parabolæ* circa axem conversione integra generaretur. In hujus parabolæ foeo constituitur foramen, cui os admovetur, ut radii sonori indè exeuntes paralleli egrediantur, postquam in parietes reflexi per os emittuntur, angulo incidentiæ angulum reflexionis æqualem facièndo (Math. 502), quæ in parabolæ proprietatibus est. Solet etiam huic tubo parabolico alter ellipticus adnecti, cujus alter focus (Math. 506) cum foco parabolico coincidat, ut in altero os loquentis collocetur. Ex natura autem ellipseos notum est, radios ab altero ex focus in peripheriam incidentes ad alterum remitti (Math. 524) ob angulum incidentiæ angulo reflexionis parem: quare ore ad loquendum in superiore foco applicato, radii sonori in parietes tubi elliptici incurrentes ad alterum focum, qui cum para-

bolico congruit, remittentur: et quoniam cum parabolico congruit, iterum ex ipso ad parietes tubi parabolici radii sonori obliquè venientes in ipsos dirigentur, ac paralleli exhibunt; ex quo magnum vocis incrementum oritur, undas aeris versus unam plagam tantum dirigendo.

## §. V.

*De soni reflexione.*

226 Modò ex aeris in parietes instrumenti *acustici* reflexione incrementum vocis seu soni deduximus. Aer enim corpus elasticum est, ac summè mobile; quare legibus motus reflexi se conformare debet, quibus reliqua mobilia subjiçuntur. Constanter autem ab omnibus corporibus in obicem incurrentibus angulum incidentiæ æqualem angulo reflexionis fieri, ubi de motus reflexi legibus disseruimus, ostensum manet: quare aerem quoque hanc legem observare indubium est, ac proinde in quodcumque obstaculum incidat reflexionis capax ab eo reflectetur angulis prædictis in toto suo cursu designatis.

227 Corol. Ex hac simplici lege phænomenon resultantis vocis, quod *echo* appellari consuevit, explicatur; quæ nec retinere loquenti, nec prior ipsa loqui didicit resonabilis echo; usum garrula non alium, quam.... reddere de multis, ut verba novissima posset, » uti more suo jocatur Ovidius. Et quidem vix exponi in

physica tractatione hoc phaenomenon mereretur, nisi ob latentem loci punctum ubi reflexio fit, conceptu difficilis fieret ejus ad motum reflexum applicatio. Certum quippe est, vocem plerumque in obstacula incurrere à quibus minime reflectitur. Unde igitur hæc *jocosa vocis imago* aliquando expromitur, sæpissime occultatur, quum passim aeri ab ore impulso offendicula à quibus reflectatur, occurrant? Sequenti assertionem id explanabitur.

228 Prop. «Echo tum à voce resultat, quum aeris undæ ab ore propulsæ ita ab obstaculis regeruntur; ut præter directionem rectam, per quam oscillationes directæ ab ore loquentis ad auditoris organum deferuntur, et quibus auditio principalis efficitur, aliam insuper radii sonori obtinent directionem obliquam, per quam longiore via ad audientem denuò perveniant.»  
 Esto corpus sonorum in A (fig. 32), quod directione AB radios sonoros contra obstaculum FC tum emittat, quum auditor in D existens ejus vocem directione AD percipit. Notum quippe est sonora quaelibet esse centrum sphaeræ, per quam circum circa diffundantur radii sonum deferentes, atque adeò tum directione AB, quum etiam AD vox circumfundi debet. Quare auditor in D collocatus prius sonum directione AD propagatum percipiet; quum linea recta sit omnium brevissima; deinde sonum directione BD reflexum accipiet, à quo nova sensatio ejusdem generabitur.

229. Corol. 1. Quando sonus directus AD eodem ferè tempore ad aures deferatur, ac re-

flexus BD, echo non percipitur; quoniam altera pulsatio primam consequitur, atque ad modum unius impressionis organum convellunt. Hinc ut hujusmodi vocis instauratio locum habeat, distantia quædam intercedat necesse est inter primum ac sequentem pulsum denuò advenientem, quæ animo veluti duas sensationes representet, quæ cum simillimæ sint, sive eadem repetita, eam animus tantum ab intervallorum disjunctione distinguere potest. Sæpius tamen reflexa vox adeo velociter ad aures defertur, ut primæ syllabæ appellant, dum directa nondum sensationem perfectè excitavit. Hinc est, quod ultimæ tantum syllabæ in echo frequentius percipiuntur, primis, quasi non reflecterentur, inauditis. Idem in pluribus vocibus evenire res ipsa docet, ac rarò invenies echo adeò perfectam, ut omnes voces, quæ proferuntur, exactè reddat. Para se audivisse testatur quamdam echo, versum primum *Æneidos* integrè ac distinctè repetentem.

230 Corol. 2. Quod si reflexiones multiplicentur ejusdem vocis, ea lege quam modò exposuimus in una tantum reflexione; planum est, echo toties multiplicari oportere, quot fuerint plana reflectentia, ex quo eadem vox per intervalla diversa ad aures delata, plures continenter sui sensationes in anima excitabit, quam ipsa multiplicatam existimabit ab affectionum varietate. In Sepulcro Metellæ, uxoris Crassi, echo fuisse quinquies vocem iterantem, fama est. Septemdecim vicibus in notis ad *Thebaid*. *Statii* repetentem se audivisse testatur Barthius.

Propè Mediolanum in villa Simonetta eadem vox 24, interdum etiam 30.<sup>es</sup> redditur. Quod si plana reflectentia ita artificiosè disponerentur, ut reflexiones non solum per intervalla diversa, verum etiam in proportionē, quam soni graves et acuti affectant; ab uno instrumentō pulsato integer concentus musicus formaretur, perinde ac si è pluribus instrumentis modulatio componatur. Ex hac multiplicatione ejusdem vocis à diversis planis reflectentibus edita, repetendus videtur continuatus ille tonitruī fragor, qui nonnumquam per plura secunda durare solet, quasi currus à tractu per nubes resonaret. Fragor nimirum primò editus, in nubes diversis inclinationibus jacentes incurrens, continenter reflectitur ad aures, quasi momento quolibet denuò generaretur.

231 Schol. Quænam distantia requiratur ab obstaculo ad aures computata, ut echo audiat, nondum definitum est. Mersenus 69 ped. Mortonus 90, Sturmīus 100 ped. distantiam, ut echo monosyllaba audiat, requirunt: quod postremus ex auctoribus citatis pluribus institutis experimentis indagasse se affirmat. Quod si disyllaba vox fuerit, ducentos exigit, et sic deinceps pro qualibet ex syllabis centum pedes computando. Observatum tamen est, noctu magis quam interdiū repetitiones audiri, ac etiam multiplicari; quod ab animi majore attentione, à quiete aeris, ac strepitus cessatione provenire videtur.

## §. VI.

*De organo vocis.*

222 Excitando sono præcipuum instrumentum est humanæ vocis organum; cujus mira configuratione tot varietates sive modificationes in aere excitantur, adeo inter se differentes, ut quod de vultu humano dictum est, duos homines gestu perfectè similes non reperiri, de vocis etiam conformatione si attentè rem consideremus, non immeritò dici queat, homines in loquela, æquè atque in facie discriminari. Ceterum externæ partes organi vocis omnibus notæ sunt, labia nimirum, dentes, lingua, palatum, guttur, ex quorum conformatione plurimum vocem humanam pendere, à varietate ipsa, quæ harum partium positione diversa obtinetur, perspicuum fit. Quare ad ea, quæ interiorius jacent exponenda venientes, *trachea* seu *aspera arteria* est canalis, qui è faucibus per interiora colli ad pectus descendit, ac pulmonibus adnectitur, ut aer introductus per rami-ces diffundatur, atque cum sanguine circulante ad contactum veniant. Hujus canalis extrema pars, quæ *larynx* vocatur, et fauces excipit, quinque cartilaginibus constat, quæ muniuntur in parte superiore duobus ligamentis transversis, totidemque in parte inferiore: superiora quidem sono acuto, inferiora gravi efficiendo destinata sunt: et hæc ligamenta sunt quæ *chordæ vocales* appellavit Ferreinus à quorum con-



tractione ac diductione vocis modificationes oriuntur. Ab horum complicatione atque in parvum foramen ellipticum conformatione *glottis* formatur, quæ operculo instructa est, *epiglottis* dicto, ut dum potus ac cibus in æsophagum transeunt, *glottidem* operiat, ne in ipsam cibi introducantur. Dum pectus ope musculorum distenditur, aer transit per *glottidem*, quæ nunquam *epiglottide* intercluditur, nisi dum esculantis ac poculentis transitus in ipsam inhiberi debet, atque adèò tamquam per follem distentum prædictus aer in pulmonem descendit, qui à pectoris alterna contractione eadem via iterum expellitur. Aeris introductio *inspiratio*; restitutio autem *expiratio* dicitur: duobus hisce motibus respiratio concluditur, quæ alterna inspiratione coalescit.

233 Ab Philosophis antiquis, quorum opinionem magno ingenii conanime illustrare tentavit Dodartus, organum vocis inter instrumenta pneumatica accensebatur. Et quidem tum tracheæ conformatio, tum aeris per inspirationem introductio, per expirationem restitutio, quemadmodum per folles, ut in organis pneumaticis fieri videmus, nullum ferè dubium relinquebant, quin ad instrumenta pneumatica organum vocis esset accensendum. Postea tamen maturius examinata à Ferreino Dodarti sententia validissimis argumentis explosa fuit, ac vocis conformationem instrumenti fidibus instructi similiorem esse, demonstratum est. Re quidem attentius considerata, Dodarti sententia tot offendeat difficultates, ut tonorum

varietates à glotidis contractione, atque ejusdem diductione explicaret, velut in sibilo fieri solet; quemadmodum apud Chambersium, qui Dodarti partes sequitur, videre licet: ut non nisi quia melius non occurrebat, hujusmodi sententia sustineri tamdiu potuerit.

234 Ferreinus, ut suam demonstraret, experimentis magis quam rationibus rem conficere tentavit. A morte animalis continuò tracheam cum laringe extrahebat: deinde extremitates fibrillarum è glotide descendentium apprehendens, ut contrahi ac distrahi pro re nata possent, ubi sonus gravis aut acutus eliciendus foret; ore aut folliculo aerem in tracheam immittebat, eo successu, ut animalis, cujus erat organum, voces perfectè referret, omnesque modificationes reciperet. Hinc canis latratus, tauri mugitus, ovis belatus, cetera hoc artificio obtinentur, quæ et graviora et acutiora ad placitum fieri possunt, chordis vocalibus distentis aut relaxatis, prout ad tonos eliciendos opus fuerit. Ad humanam vocem hujusmodi theoriâ adducendo, dum è pulmonibus aer expiratur, si sonus acutus reddendus est, larinx à musculis sublevatur; ex quo cartilagine illæ, ex quibus conformatur, *chordæ vocales* ipsis adhærentes distendunt, ac proinde, ut in chordis instrumentorum fit (222), crebriores oscillationes reddunt; ex quorum majore numero, aeri expirato motum similem communicando, sonus acutior elicitur. Contra autem si toni graviores desiderantur, relaxatis, prout opus est, musculis, à tensione mi-

nore *chordæ vocales* vibrationes concipiunt tardiores; quod satis est, ut tonus gravior evadat (218).

235 Corol. Ex tradita expositione spontè descendit, organum vocis ex utroque instrumentorum genere participare. A pneumaticis quidem id, quod omnibus notum est, habet aeris scilicet per tracheam veluti per tubum impulsione: in tonorum diversitate à *chordarum vocalium* majore vel minore tensione derivante, cum instrumentis lyricis convenire, modò ostendimus. Quare vocis organum duplici artificio coalescens, mirificè ostendit sapientiam Creatoris, illud ita concinnantis, ut simul possit præstare, quod nullo artefacto instrumento obtineri potest.

236 Schol. Vocem hactenus sensu latiore accepimus, prout modificationem quamlibet aeris in trachea factam indigitat; quo sensu et homini, et animantibus organo ad id accomodato instructis, convenire nemo non videt. Quare vox à verbo seu loquela ritè secernenda est. Verbum quippe est quædam modificatio vocis ope gutturis, linguæ, palati, dentium, labiorum, denique conformatione peracta, qua diversos animi sensus exprimimus; aliisque manifestamus. Divinæ munificentiae donum prætantissimum hoc est, cui numquam pares pro tanto beneficio referre gratias possumus, quo animi sensa quodammodo corporea facimus, ut ab aliis percipi queant. Ceterum diversa loquendi forma, qua fit ut vox dulcis, gravis, sonora, acuta, stridens, harmoniosa, displi-

cens nobis loquentibus exeat, à trachæ præsertim conformatione provenit: non nihil tamen conferre ceteras oris partes, à dentium aut nasi defectu in his, qui hujusmodi membris carent, vocis immutatione, perspicuum fit.

237 Corol. Si quæ de loquela modò diximus, cum superioribus conferamus, haud difficulter diversitas penè infinita, quæ in humano genere à vocis conformatione oritur, explicabitur. In pueris ac sœminis, præsertim si cum viris conferantur, disparitas magna animadvertitur. Undenam insignis hæc oritur discrepantia? Ab organi conformatione diversa manifestum est provenire. Nam mulieres fermè ut pueri minore glotide præ viris instructæ sunt; *chordas etiam vocales* subtiliores habent: quare à minore chordarum diametro ac longitudine intensitas toni augeatur necesse est (222). Idem in viris, si ad invicem conferantur, accidere, vel ab externa configuratione membrorum in immensum penè variantè, res est manifesta: unde nihil mirandum tantam in tono vocis reperiri varietatè inter homines, quum organa à quibus voces modificantur, in immensum variata observemus. Nam ut supra dictum est, præter *laringem*, guttur etiam, palatum, lingua, dentes, labia, genæ, nares ad verba formanda concurrunt, ex quorum diversa conformatione notabilis in vocis modificatione varietas sequatur, oportet. Ex gestu, membrorumque prædictorum motu externo artem mutos loquelam edocendi invenit Poncius, alique hispani, eruditissimo Joanne Andresio teste (*Hist.*

*litt. tom. I. c. ult.*), quam ab eis fortasse instauravit, sæculo superiore Conradus Amman, medicus Batavus, atque hac nostra tempestate plures hujusmodi scholæ institutæ sunt, ut surdi, quibus ob auditus defectum verba non suppetunt, ab prædictorum membrorum conformatione oculis exhibita, verba formare condisant, quod felici successu tentatum sæpius audivimus, numquam vidimus; fieri tamen posse non dubitamus.

## S. VII.

### *De organo auditus.*

238 Ut ea, quæ tertio loco explicanda remaneant, quo nimirum modo sonus in organo excitetur, auris descriptio hic est breviter præmittenda; cujus mira conformatio tot diversas impressiones in animam transmittit, quibus sonorum omnium species distinctè percipiuntur. Externa auris pars omnium oculis subjecta dicitur *auricula*, cujus pars interior *concha* dicta, in hanc figuram conformata est ut aerem, à sonoro corpore ad oscillationes excitatum, ad canalem interiorem, qui *ductus acusticus* vocatur, copiosius collectum transmittat; quare ii, quibus auricula resecta est, minus commodè audiunt, ac manu ad foramen applicata in modum auriculæ, aerem venientem colligunt, ut sonum ad aures appellentem ad *ductum acusticum* dirigant. Tubus acusticus in *tympanum* desinit, quod obliquè ab eo aerem excipit, ne à

sono nimis vehemente rumpatur. Est autem tympanum membrana arida ac diaphana, ad partes ductus acustici cava, ex parte auris interiore convexa. Tympani *cavitas* post tympanum sita est, nullamque cum tubo acustico communicationem habet; est tamen aere plena, ac ori communicat per ductum, qui *tuba Eustachiana* nuncupatur. Tympani *cavitatem* quatuor ossicula, nempè *malleolus*, *incus*, *os orbiculare* et *stapes* miro divinæ sapientiæ artificio disposita, musculis suis tendunt, relaxant, atque inde planiorem aut convexiorem reddunt, prout cuique sono reddendo disponi usus est. In interiore auris parte *labyrinthus* jacet, quæ est *cavitas* figuræ irregularis post tympani *cavitatem* collocata, ac in tres partes dividitur, scilicet, *vestibulum*, tres *ductus semicirculares*, et *cochleam*; quæ postrema est conus aliquanto compressus, ac membrana quadam per totam suam longitudinem intrinsecus, quasi septo divisus, in formam spiralem conformatus, ex qua cum cochlea similitudine, nomen derivavit. Hujusmodi canales, et cochleam aqueo humore oppleri in statu naturali, detexit Gotunnus. Porro *cavitas tympani* cum *cavitate labyrinthi* mediis duabus fenestrellis, *rotunda* altera, altera *ovali* communicat. Et *rotunda* quidem membrana obducta, ad *cochleam*; *ovalis* autem ad *vestibulum* ducit, recipitque *stapitis basim*, cujus peripheria peripheriæ *fenestræ ovalis* adnectitur media tenui membrana. Vibrationes autem aeris sonori ab aere in *cavitate tympani* contento transmittuntur ad *humorem aqueum co-*

*tunnianum per fenestram rotundam.* Oscillationes verò sonoræ in membrana tympani excitatæ transferuntur ad *cavitatem labyrinthi* per motum ab ipsis vibrationibus impressum *quatuor ossiculis*, quæ ad modum vectis compositi agunt, ac deinde ad basim *stapitis*. In tota longitudine cochleæ *chordæ* quædam observantur transversæ, quæ ab ipsius restrictione continenter breviores fiunt, crassitie, ac longitudine decrescentes; à quibus proinde, velut in cythara, toni diversi redduntur. Demum *nervus acusticus*, seu auditorius à cerebro ad *labyrinthi* sedem defertur, plurimis fibrillis cum ipso permixtus, quæ fortasse cum *chordis* cochleæ inseruntur.

239 Jam auditio, ex præjactis constructionis organi auditus notionibus, explicatus haud difficilis habet. Aer sonorus ad auriculam perveniens, per ductum auditorium ad membranam tympani defertur, usquequo tantum pertingere potest; quoniam membrana tympani aditum aeri intercludit, ab ipso tamen percussa, motum cavitati tympani transmittit, cujus aer similes vibrationes concipiens, easdem in labyrinthum traducit, atque inde in cochleam transferuntur, chordas analogas in ipsa contentas ad oscillationes respondentes excitando. Demum nervus auditorius, cujus fibrillæ chordis hujusmodi permixtæ sunt, ad animæ sedem receptas oscillationes transfundit; à quibus sensatio auditus produçitur, ut ceteræ sensationes ab externis objectis excitatæ.

240 Dissimulandum tamen non est, maximam continere difficultatem hujusmodi tam diverso-

rum sonorum transmissionem ab una membrana tympani concussione productam. Haud difficulter concipimus, cochleam diversae magnitudinis ac tenuitatis chordis instructam, cymbalum referre fidibus sonantem diversae longitudinis ac tenuitatis, quae tonos graves et acutos reddunt, à quibus concentus plurium tonorum simul educitur. Et quidem undulationes aeris chordas unisonas aut in proportionem suarum vibrationum tensas ad similes oscillationes concipiendas excitare, sæpius jam innuimus ab experientia comprobatum. Quare ad vibrationes sonoras aere intra cavitatem tympani existente concitato, chordas analogas in cochlea contentas similes tremores concipere; quos fibris nervi auditorii ejusdem toni communicent, ex quo sensatio respondens in anima excitetur, cum his quae de sono tradidimus apprimè concordat. Præsertim si cum Mairano particulas heterogeneas in aere ponamus, quarum quolibet vibrationes analogas tantum transmittat, illique chordæ in cochlea respondentem imprimat, ceteris intactis, quae talem sonum referre potest. Hæc, inquam, conceptu non adeo difficilia sunt, ut ex præjectis principiis aptè non explicentur. Verum quo pacto et membrana tympani, quae nulla ex his chordis diversos sonos excitantibus instructa cernitur, et maximè unus idemque nervus auditorius tot tamque diversos sonos ad animam transfundat; ille solum poterit extricare, qui omnium partium auris, ac præcipuè fibrillarum munia, figuras etc., quae in nervo auditorio con-



tinentur, apprimè calluerit. Illud tantum per analogiam conjectando dicere possumus, fibrillas nervi auditorii diversimodè tensas, crassitudine etiam differentes id præstare, quod chor-das illas modò dicebamus ad sonum conferre; videlicet ut respondentes oscillationes concipiant suæ tensioni, ac crassitudini attemperatas, quibus tonorum diversitas animæ repræsentetur. Et quidem, ut supra jam innuimus, in visione plura sunt, quæ facili negotio concipimus; quemadmodum ista est impressiōum diversitas, qua objecta diversimodè colorata animo exhibentur; contra verè in auditione abstrusa admodum est hæc proprietas, ejusque percipiendæ ratio; quum alia, quæ in visione nostram ingenii aciem obtundunt, in auditu ac sono clara sint et planissima.

241 Alia etiam non levis difficultas oritur, in explicandis sonis animum demulcentibus, quum notum sit plures molestos accidere, qui ipsum obtundunt, excruciant, imo quandoque in furorem abripiunt. Quod quidem adeo in singulis individuis varium est, ut plerumque videamus sonos quosdam alteros excruciare, qui ipsi alteros delectant, non offendunt quidem certè. Enimverò quos armonicè dispositos seimus, omnes ferè delectant; inconditi ac nulla proportionē resultantes, aures lædunt, ac sensum obtundunt. In coloribus eadem penè est ratio sensum afficiendi: quosdam enim colores permixtos intuen-do delectamur, dum molesta alia aliorum colorum admixtio nobis accidit. Imo in coloribus uni-

formibus hanc sensationum varietatem experimur, quoniam etiam in his verum est illud, *trahit sua quemque voluptas*: nam alii album, alii viridem colorem amant; rubeus quibusdam displicet, qui idem gratissimus aliis accidit; ut etiam flavus, violaceus, imo et niger nobis moestitiæ signum, Sinepsibus oculis lætitiæ sensationem parit. Quamobrem nonnulli harmoniam musicæ phantasie commentum existimant nulla ratione fundatum, ut modò de coloribus dictum est. Plura de his Stephanus Arteaga in Dissert. de *Bello ideali* hispanicè edita eruditè disserit.

Verum exemplo quodam alii persuadere nituntur ab ordine, dispositione, ac interval-  
lis, quibus toni se se excipiunt, hujusmodi voluptatem provenire: quod si inconditè ac nullo ordine toni disponantur, molesta quædam sensatio sequatur, necesse est. Ordinem quippe naturæ ductu amamus; eo quod in ipso relationes proportionem componentes animadvertamus; quæ perceptio est quædam veritatis inventio, ex qua animus sibi complacet. En exemplum, quo id ipsum declarant. Tribus diversæ longitudinis filis suspendantur tria pondera hac lege, ut quo tempore longius filum binas conficit oscillationes, brevius quatuor, et inter horum longitudines medium filum tres tantum vibrationes absolvat: quod quidem obtinebitur, si in proportionem 16, 9, 4 filorum longitudines sumantur. His ita dispositis, à perpendiculo hæc pondera simul removeantur, ut eodem tempore suas oscillationes

incipiant. Grata quidem oculis erit hujusmodi vibrationum permixtio ob periodicum illum motum, quo simul pendula oscillationes suas conficiunt, ita ut quarta confecta brevioris fili vibratione, periodus absolvatur, simulque incipiant, ab eodem termino omnia moveri. Similis est, inquiunt, vibrationum permixtio, quibus auditus organum pulsatur, dum octava seu diapason cum interjecta quinta, seu diapente contingitur, atque adeo similis voluptatis sensus in anima debet excitari. Quod si numeri oscillationum in pendulis, aut ictuum in chordis sonantibus eodem tempore confecti, nullam servant proportionem, aut invicem ita distent, ut nonnisi post longum tempus talis vibrationum numerus recurrat; tum inordinata pendulorum oscillantium mixtio visum confundit: ita discrepantes nimium resonantium chordarum vibrationes molestè admodum auditus organum obtundunt. Eulerus ut voluptatem à musicis compositionibus perceptam explicet, præter harmoniam à tonorum mixtione profectam, ac mensurarum diversitatem, quibus toni disponuntur, perceptionem etiam harum proportionum intensiori modis facienti respondentium in audiente requirit, ut voluptatis sensus à musica generetur. Idem clarius in tentamine novæ theoriæ musicæ à *perfectione*, quam auditor in concentu musico discernit, provenire asserit. Perfectio autem hujusmodi in mediis ad finem intentum conducentibus assequendum consistit. (Metaph. 243); unde quo melius hunc ordinem in musica percipi-

mus, eo magis ipsa delectamur. Sed hæc hactenus.

242 Schol. Musicam plurimum in animi motus influere, ac proinde in mores, qui his potissimum reguntur, indubium est. Quin de exemplis ab historia petitis loquamur, ut illa sunt Saulis atrabile in furorem agitati, ac pulsu citharæ ad tranquillitatem animi reducti; Samuelis sacro zelo ob Jorami idolatriam commoti, dum Rex ille bellum gereret contra Regem Moab, qui citharædum adduci imperavit, ut animum sedaret; necnon quæ à prophanis de Achille Scyri latente ab Ulysse musica militari detecto; Terpandri Spartanos seditiosos musicis concentibus sedantis; Demetrii Poliorcetis eodem artificio milites ad expugnationem urbium incitantis, aliaque sexcenta, ex quibus fortasse conficta plura à Poetis fuerunt: his, inquam, prætermisiss, documentis quotidianis monemur, mores publicos ac privatos à musica depravari, quæ sensum nimium demulceat, atque ad mollitiem inclinet. Quocirca Plato hujusmodi concentus à Republica, quam commentus est exulare jussit: quum tamen gymnasticam et musicam in auxilium vocet, ad mores honestè in civibus conformandos.

## CAPUT ULTIMUM.

## DE METEORIS AEREIS, SEU VENTIS.

## §. I.

*De Ventorum in diversis regionibus varietate.*

243 Quum aer fluidum sit super universam telluris superficiem circumjacens, atque ob ejus summam fluiditatem maximè mobile; id ipsi accidere oportet, quod commune est ceteris fluidis: rupto nimirum æquilibrio in eam partem ferri, quæ æquilibratam amisit. Ex quo fluxus quidam aeris versus eam plagam oritur, qui *ventus* dicitur, ut in aquis stagnantibus foramine aperto, aut muro ipsas continente disrupto, fluxum sequi videmus. Hinc aerem à vento probè discernere oportet: ventus enim est modificatio quædam aeris, à qua habet, ut ad motum concitetur; quo cessante, ventus quiescit, aere remanente.

244 Venti *perennes* sunt, qui ab eadem plaga jugiter spirant. *Periodieos* vocant, qui statis anni temporibus intercurrent. *Variabilis* contra nulla lege ducitur, sed ut ajebat ille, *tantum constans in levitate sua est*. A plaga undè proficiscuntur, dividi solent venti in *cardinales*, qui è quatuor punctis sphæræ cardinalibus, oriente scilicet, occidente, septentrione ac meridie adveniunt: ac *laterales*, qui ex par-

tibus à cardinalibus interceptis perflant: quibus alii *semiventos* adjungunt, è regione media inter lateralem, et cardinalem interjacente, permanentes: quæ si rursus in æquales partes dividatur, dabit *ventorum quartas*; ex quibus omnibus divisionibus 32 venti conflati sunt, ut in Rosa nautica videre licet, in figura 33 descripta, nominibus nauticis ventorum retentis.

245 Ventorum historiam ex Hallejo, et Damperio breviter collegit Muschemb., ex quo et nos hic præcipua adnectimus, nominibus latinis nauticis adjunctis, confusionis vitandæ causa. Et I. ex *Oceano Atlantico*, et *Æthiopica* inter utrumque tropicum vel parum ultra, per totum anni decursum spirat Subsolanus. *Est* seu *Levante* dictus, ita tamen ut ad septemtrionem vergere in tropico boreali, ad austrum in meridionali plerumque videatur. Nam 1. Simul ac nautæ Insulas fortunatas seu Canarias præternavigarunt circa 28 grad. lat. boreperiuntur Aquilonem seu *Est-nord-est* ab oriente solstitiali flantem, qui raro multum ad septemtrionem vergit, accedit tamen nonnullis temporibus proprius ad Subsolanum. 2. Qui insulas Caribas petunt, deprehendunt hunc aquilonem propius ad Subsolanum vergere, quo magis Americæ appropinquant: verum in dies jam ad Subsolanum, tum ad Eurum, sæpius tamen ad Aquilonem transfertur. 3. Hujusmodi venti se latius ad littora Americæ quam Africæ extendunt; quum in littoribus Americanis usque ad grad. 30 et 31 excurrant, quod pariter in australibus Americæ maritimis oris

observatum est, latius ventos hujusmodi dominari, quam ad Promontorium Bonzspi. 4. A latitudine boreali 4 grad. ad 28 lat. austr. grad. continenter spirat Eurus, *Sud-est*, nonnumquam ad Subsolanum vergens. At propè Africam semper australius quam propè Brasi-liæ littora spirat, quo enim magis ad hæc appropinquat, eo plus vertitur ad orientem. 5. Mutationem aliquam hi venti subeunt pro diversa anni tempestate, ac Solis vicinia. Nam hoc planeta inter tropicum canceri, et æquatorem commorante, Aquilo in boreali plaga ad Subsolanum propius accedit; et Eurus qui mare Ætiopicum perflat, magis ad austrum vertitur. Contra autem Sole hemisphærium australe invisente, Aquilonis flatus ad boream accedit, et Euri in Subsolanum inclinant in Oceano Ætiopico. 6. Notatu tamen dignum est, circa Africæ littora ad Caffariam, Angolam, Biafaram pertinentia, exspirare Austrum, seu *Sud*; et ad distantiam 100 leucarum à littoribus Guineæ Eurus in Austrum mutari: propius ab hujus regionis oris Auster in Africum, seu *Ovest-sud-est* vertitur; dum propè oram Nigritiæ Aquilo in Corum seu *Ovest-nord-est* transit. 7. Ad plagam borealem æquatoris inter grad. 4, et 10 lat. atque inter meridianos, qui insulas Hesperides de *Capoverde* vulgò dictas complectuntur, nonnumquam dominantur in Oceano fulmina, imbres, procellæ, malaciæ; quæ omnia se mutuo excipiunt, nullo posito intervallo, ventis undique inspirantibus.

246 II. In mari Pacifico iidem venti, qui in

Oceano dominantur, nempe usque ad grad. 28 aut 30 borealis latitudinis, Aquilo; in altero hemisphærio ad eandem latitudinem Eurus. Attamen circa Americæ occidentalem oram anomaliz quædam observantur, afflante sæpius vento australi occidentali. III. In mari Indico magna observatur ventorum varietas; quod quidem ab interjacentibus insulis, quæ innumerabiles in hoc mari visuntur, provenire potest. Celebres tamen sunt venti periodici, quos *Monsoones* vocant, hi per sex continenter menses ab orientali plaga spirant; quibus exactis, venti ab occidentali directione ferè ex diametro opposita perflant. IV. Demum in locis mediterraneis venti *variabiles* regnant, quoniam tot sunt causæ, quæ innumeras varietates generare possunt, quas ægrè in numerum redigeris, quam plures igitur sint. Et quidem montium directiones diversæ, fermentationes atmosphæricæ, electricæ materiæ terrestres et atmosphæricæ, coagmentationes, subterranei flatus aeris, rarefactiones et condensationes ab igne subterraneo, nivibus etc. provenientes, aliæque innumera; quæ ex prædictis simul ac seorsim coadjuvantibus oriri possunt, varietates innumeras in atmosphæræ statum inducant, oportet, à quibus ventorum directiones frequenter mutantur.

## §. II.

### *De Ventorum causa.*

247 Propos. I. Ventorum in zona torrida



spirantium causa non est telluris circa axem diurna revolutio, ut Cartesio, Rohaultio etc. placuit stattere.\* Nam 1. huiusmodi vertigo ad occidentem in hypothesei terræ motæ, ventum ab oriente in occidentem per totam ipsius superficiem excitare deberet; quod quum experientiae quotidianæ contrarium sit, et causa huic phænomeno assignata commentitia erit. 2. In prædicta hypothesei motus vertiginis telluri, et atmosphære impressus, communis est: cur igitur terra in orientem delata, atmosphære fluxus in contrariam partem generabitur? 3. Ventus huiusmodi ab oriente seu æquatore efflare deberet; ex dictis autem plerumque ad boream vel ad austrum vergit: ergo à directione telluris circumactæ non provenit. Huc adde, motum huiusmodi celeriores esse, quam ille sit venti, qui intra minut. sec. tum quum leniter fluit, ut sæpè fit, 8, summum 10 ped. decurrit, æquatore terrestri per 1423 interea delato.

248 Propos. II. «Generalis ventorum causa est æquilibras inter atmosphære portiones disrupta, quæcumque tandem sit huius diremptionis origo.» Prob. Ventus est aeris de loco ad locum translatio; at in fluidis, partibus eorundem ad æquilibrium compositis, quietem generalem sequi videmus, æquilibrio interrupto, ex parte dehiscente, ut in hydrostatica ostensum manet, motus gignitur: ergo hæc causa fluxui aeris, seu vento est assignanda. Et quidem omnia ferè, quæ in ventis animadvertuntur phænomena, à rupto æquilibrio provenire perspicuum est, ut singillatim plura ex his enucleando statim

ostendemus; ex quorum explicatione apertissima inductione ad ea etiam, quorum causæ nos latent, extendi debere planum est, ut in regulis philosophandi physicæ præmissis statuimus. Quare aliud nihil restat, quam ut selectiora ventorum phænomena exponamus.

249 Phænom. I. Ventus intra zonæ torridæ limites ab oriente perflans, à solis calore originem habet. Sol enim atmosphæræ incumbens illam calefaciens attenuat, expandit, rarefacit, idque continenter ab ortu in occasum, ita ut quam plagam sol relinquit, calore etiam evanescente frigescat, ac densior fiat, dum quæ ab ipso percurritur occasum versus, rarefit ac levior redditur. En igitur æquilibrium à plaga occidentali deficiens, atque adeò in ipsam irruere debent columnæ aeræ plagæ orientali incumbentes, ex quorum fluxu ventus subsolanus sequatur, oportet. Ceteroquin sol æquatori non semper imminet, sed ad tropicos sensim accedit; quare ex ea plaga in qua versatur, ventus, seu fluxus aeris rarefacti provenire debet. Hinc oriuntur diversæ illæ directiones venti orientalis in zona torrida supra expositæ, experientia testante Mexici, ac præcipuè in mari intra tropicum canceri et æquatorem jacente ab oriente in septentrionem ventum plerumque deflectere, maximè hiberno tempore, ob rariorem à sole incumbente zonæ torridæ australi aerem; ad quam plagam ex lege æquilibrii confluere debet alterius zonæ borealis aer densior ac ponderosior. Contra, verò æstivo tempore ob incumbentem Mexicanæ regioni so-

lem, undæ aeris ex parte australi, quæ tum à remotiore planetæ illuminatione plus densitatis præ altera boreali habent, affluere debent; ex quo illæ pluvie frequentes, mensibus solstitio æstivo vicinioribus, quippe australes ventus borealibus regionibus pluvias, ut meridionalibus septemtrionales afferre compertum est. Quum autem tropici muro à reliqua atmosphæra circumjacente non dividantur, et contiguæ sint ejusdem fluidi portiones, liquet cur hujusmodi fluxus ad 28, aut 30 grad. excurrat.

250 Phænom. II. Venti non solum horizontaliter spirant, ut modò expositi; at sursum ac deorsum versus, obliquis, contortis, circularibus etiam directionibus feruntur. Equilibrium enim rumpi multis de causis potest, à quibus aeris fluxus determinatur; quare si è parte superiore aer rarior fiat calore solis, aut ex subterraneis fermentationibus fluidum atmosphæricum infernè rareseat; ventus à superiore ad inferiorem regionem aut contra feretur, ut sæpissimè fit. Verum horizontales advenire ventos plerumque sentimus, quia contra terram aut obices impacti ad horizontalem directionem à reflexione determinantur, antequam nobis directio primitiva innotescat. Nonnumquam tamen ex alto delapsus, aut è telluris hiatibus exeuntem ab ingruente impetu cognoscimus. Plures sunt cavernæ ex quibus validus ventus in atmosphæram irrumpit, ut in *Danbigaja* Britanniæ comitatu, qui vestes accedentium in altum disjicit. De *Senta* in Dalmatia, et rupe quadam in Cyrenaica refert Plinius,

ventum eflari, pluraque alia in diversis Europæ regionibus exempla citat Muschembroek. E mari interdum ebullitione quadam præcedente, quæ evaporationem deinde excitat, atque in ventum validum ac tempestuosum desinit, horrendæ tempestates generantur, in mari orientali satis frequentes. Sed de his in sequenti

251 Phænom. III. Plures sunt venti procellosi, qui à diversis effectibus infames sunt: generali nomine *Orancan* in India orientali ab incolis designantur, unde ad Europeos nomen fluxit à qualibet natione propriæ linguae accomodatam. Species præcipuæ sunt *Præster*, *Eonephias*, *Exhydria*, *Typho*, *Turbo*. *Prestères* ad meteora ignita etiam referuntur; sunt enim species fulminis magna vi in aerem irrumpentis, unde ventus vehemens excitatur incendio comitatus. *Ecnephias* est ventus validus è nube improvise erumpens, quod phænomenon in mari Ætiopico, atque ad Promontorium Bonæ spei infrequens non est. Eum experientia edocti prævident nautæ à parva quadam ac subnigra nube quæ sensim dilatatur; qua eminens inspecta, vela contrahunt, ac si tempus sinat, malos etiam dimittunt, ne ab impetu disjiciantur. *Exhydria* à præcedente phænomeno vix differt, nisi quod exundantem latè aquarum copiam demittit. *Typho* seu vortex, horrendum nautis monstrum, est ventus, seu citius ventorum illuvies undique magno impetu perflantium, ex quo motus quidam vorticosus oritur. A turbine solum differt è loco unde originem trahit: turbo nimirum è regione superiore incipit à

ventorum undique concurrentium lucta, à quibus motu composito ex tot viribus ad circulos seu vortices describendos aer determinatur. Typhones autem monstra sunt maritima, in mari Sinico ac Japonico non infrequentia: ipsos tempor quidam ac satis conspicua aquarum maris ebullitio præcedit, ex qua sulphureus odor latè propagatur, quæ deinde ventus ex omni plaga erumpens consequitur; vorticoso motu navigia quandoque disjiciens, certè ipsorum armamenta disrumpens, nisi cautè antea colligantur. Horum phænomenorum causa satis indicatur ab ipsa expositione, ex qua perspicuè colligitur, ab igne electrico, vaporibus atmosphæricis fermentatis, subterraneis marium ignibus vulcanicis elasticitatem, ac densitatem aeris immutari; ex quo hujusmodi fluxus in aere plus minusve vehementiores derivantur.

252 Phænom. IV. Quandoque diversum, imò et contrarium nonnumquam ventum in regione superiore à nubium directione observamus, ei quem in superficie terræ sentimus atque à vexillis in turribus templorum collocatis indicatur. Perinde enim in fluido quocumque, puta aqueo, se res habet; dum contrariis directionibus supera inferaque strata adiguntur. Si in vase aqua pleno duo foramina alterum propè labrum, ad fundum alterum ad meridiem ac boream respicientia aperiantur; aqua superior directione opposita ei, quam inferior obtinebit, fluens deferetur. Id ipsum à causis æquilibratam aeris turbantibus fieri conspi-

cum est; etiamsi quænam sint hujusmodi causæ sæpius nos lateat.

253 Schol. Dixi modò, causas peculiare equilibrium aeris turbantes, nos plerumque latere. Unum tantum affirmare tutò possumus: ab equilibrio interrupto inter columnas aereas atmosphæram componentes, ventos generari; quod etiam in conclusione asseruimus. Hujus autem æquilibrii eversio ab elasticitate, ac densitate fluidi alterata potissimum pendet. Planum quippe est, elaterio in quadam ex columnis aeris imminuto, laterales columnas majore vi elastica in ipsam agere debere, atque inde æquilibrium turbari, fluxu ad partem dehiscentem generato. Idem pariter à densitate imminuta evenire, ex fluidorum æquilibrium deducitur, in quibus ponderosiora supra leviora irruendo, ascendere compellunt; fluxumque ex ea parte unde dilabuntur, reciprocum gignunt, donec æquilibritas restituatur. Peculiare tamen causæ elaterium ac densitatem aeris turbantes, ex his quæ de fluidis elasticis disseruimus, plures assignari generatim possunt; ad omnes tamen peculiare casus singillatim applicari non possunt. Id enim intimam naturæ cognitionem in singulis effectibus agentis exposceret, quod humanam excedit facultatem.

### §. III.

#### *De ventorum celeritate ac utilitatibus.*

254 Aura levis longum iter conficere non potest, neque intra minutum sec. plusquam 6.

aut 8 ped. prætergreditur, ut vix equitem incitato gradu delatum comitetur. Alii sunt venti mediocri celeritate donati, qui 10 mill. anglica in singulas horas, observante Derhamo, conficiunt, ob idque aer dum meridianis horis spirat aliquantò incitator, hanc velocitatem obtinere, credendum est. Ceteroqui vehementiam quorundam ventorum omnes experiuntur, quos proinde per magnum tractum deferri, ex ipsa rapiditate deducimus. Nam computante Mariotto, intra minut. sec. quidam venti 32 ped. conficiunt: impetuosissimos tamen observavit Derhamus, eodem tempore 66 ped. britannicos absolventes, ac per 45 miliaria ejusdem mensuræ, horæ spatio delatos, à quibus integras silvas disjectas, statuam lapideam 12 ped. altam, 5 latam, 2 crassam, confractam fuisse testatur. Ventos quandoque expetitur tegulas, domorum tecta operientes, caminosque ad fumum omittendum supra tectorum culmina extantes, ultrò citròque disjicere. Imò paucis abhinc annis, proceras arbores in vinea quadam inter Lateranum, et agrum Sessorianum in Urbe sitam, vidimus radicitus avulsas; è quibus nonnullæ per tractum vicinum quæsitæ, nuspiam repertæ fuerunt per plura miliaria à loco unde avulsæ fuerant, in alium locum propulsæ.

255 Verum si nobis nonnumquam perniciosi sunt venti, magnis utilitatibus damna illata compensant. 1. Aer animalium respiratione continenter inficitur, ut ubi de fluidis azoticis egimus, dilucidavimus. Unde à ventorum actione

hujusmodi particulæ aeris respirationi ineptæ, attenuantur aeris vitalis insinuatione, aliò transferuntur, ac dissipantur; ut iterum aptæ ad inspirationem fiant, vitæque animalis jugiter conservetur. Observante Comite Sturmo, in opere cujus titulus, *Considerationes operum Dei in regno naturæ et Providentiæ*, italicè è germanico idiomate translato, vere appropinquante frequentiores sunt ventorum tempestates ac procellæ, ut atmosphæra, quæ hiemali tempore perpurgata fuerat, concussione ventorum exoneretur ab exhalationibus, calore recurrentis solis sursum elevatis è solo nimium humido, quibus denuò incipit infestari. Et quidem intercurrente ad longum tempus aeris serenitate, nulla ventorum agitatione turbata, contagiosi morbi ab aere impuriore generantur; ut observationibus medicorum, ac etiam eorum qui attentè naturam speculantur, notatum invenimus.

256 2. Ventorum flatibus exhalationes pestifera paludum, aquarum stagnantium, vallium etiam humiliorum, in quibus humiditas ab ardore solis fermentationes putrescentes excitat, dissipantur. Aquæ etiam oceani, lacuum, paludum nisi agitatione ventorum concuterentur, facillimè putrescerent, ac regiones integras inficerent, aerem contrumpendo: quod pariter dicendum de vaporibus fluminum, quos, maxime nocturno tempore coheretos, tamquam nebulam manè elevari, ac latè vagantes regiones adjacentes videmus perfundere, nisi à vento post exortum solem excitatum dissiparentur.



Neque dubitandum, quin validi flatus ventorum epidemicas infirmitates per provincias serpentes, ac latè contagium, ac exitium propagantes, dissipent; maximè si continenter ex eadem coeli plaga per aliquot dies spirare non desinant.

257 3. Auræ æstivos calores temperant; agriculturalum iter agentium, ac sub dio operantium æstus refrigerant; calorem ab ædificiorum parietibus, ac stratis viarum à sole conceptum depellunt; ambientem aerem à corporis calore tepefactum ac æstivo tempore æstum augmentem, mutant, ac refrigerant; aerem vitalem ex plantarum foliis sole percussis abundè scaturientem ad nos deferunt, quo salubrior aer inspiratur, maximè in urbibus, ubi è tot respirantium pulmonibus aer atmosphæricus magna *gas acidi carbonici* quantitate oneratur (176), quod subtile quoddam venenum est, valetudinem sensim ac sine sensu conficiens.

258 4. Vapores aquei per atmosphæram latè vagantes à ventis colliguntur, in montes illos adigendo, ex quo pluviae terram fœcundantes oriuntur; ipsisque aer exoneratus, aliis impuris corpusculis ab exhalationibus sursum transmissis, simul purgatur, puriorque ac sanior efficitur. Ventorum etiam vicissitudines tempestatum rigores mitigant; uti hiberno tempore, terreno nive, geluque constricto, atque ambientem aerem nimium à borea flante rigentem auster superveniens solvit, temperat, ac benigniorem efficit.

259 5. Demum ne longius abeam, naviga-

no, cujus beneficio et homines dissitis mundi regionibus à mari interruptis societate copulantur, et mutuæ necessitates supplentur à mercium importatione, et quæ aut honestæ voluptati, aut scientiis promovendis inserviunt, obtinentur: navigatio, inquam, ventorum impulsu promovetur, ac regitur. Quod etiam dicendum de pluribus machinis ventorum operamotis, ubi aquarum vis ipsis impellendis desideratur, aut ipse aquarum decurrentium impetus ventum gignit, qui igni excitando requiritur, ut in ferrariis officinis, ubi ferrum purgatur, fieri videmus.

---

# DISSERTATIO III.

## DE IGNE.

---

**Q**uerebantur Physici ad unum omnes, qui hoc argumentum exagitarunt, nullum esse in natura corpus, cujus effectus notiores sint, magisque sensibiles ac sensu tractabiles evadant, effectibus ignis; dum ipsius natura, quæ attentius perpendebatur; atque examini diligentius subjiciebatur, ipsorum conatus ac diligentiam eludebat. Gloriantur tamen recentiores à Black, qui primus *oxygenii* naturam detexit, Crawfordio, Fourcroyo, ac Lavoisiero, Chémici et Physici, abstrusam ignis naturam ab eorum tentaminibus è tenebris in quibus sepulta jacebat, meliore luce collocatam, quod quam verum sit, ab his, quæ præsentí dissertatione dicturi sumus, ex eorundem peni deprompta, aliis judicandum permittimus. Id tantum in antecessum lectores nostros monitos volumus, pleaque hic exponenda à Crawfordio, Lavoisiero, Brissonio, Dandolo, Polio derivasse quos vades in his, quæ ab experimentis adducenda occurrunt, suminus: solumque ordinem, ac methodum è nostro adjungemus, naturam ignis primum, tum media quibus excitatur postea ipsius actionis propagandæ modum, deinde effectus in corporibus productos, ac demum, quo

pacto ejus actio propagatur, minuitur, aut cessat, in primo capite considerantes, frigoris notiones, electricitatem, ac meteora ignea, sequentibus deinde persecuturi.

## CAPUT PRIMUM.

DE NATURA, AC RELIQUIS AD IGNEM  
PERTINENTIBUS.

### §. I.

#### *De Natura ignis.*

260 **C**orpus accensum, cujus partes disjunguntur, atque in flammam, fumum, vaporem abeunt, vulgò ignem appellamus. Verum *principium* ignis est fluidum subtilissimum, admodum rarum, elasticum, leve, per universam qua latè patet naturam dispersum, corpora majore, minoreve facilitate permeans, ac undique dum liberum est ad æquilibrium sese componens. Principium hoc diversis nominibus appellare consueverunt Physici, eo quod ejus natura abstrusa prorsus sit, nec ullum vocabulum satis aptum ipsis supeteret, quo ejus notionem explicarent. Idcirco *principium inflammabile*, principium aut *materiam caloris*, ac deum *caloricum*, vocabulo apud novissimos physicos recepto, vocitatum invenies, ut effectum, seu calorem à causa distinguant.

261 **E**nimverò duo effectus diversi in igne notantur *lux* nimirum, et *calor*; quos qui-

dem tum conjunctos, quum etiam separatos videmus. Ab stellis quippe et luna, nullo calore in nobis excitato, illuminamur; ac sæpissimè corpora calefiunt, quin ullum præbeant fulgoris indicium: quod quidem quotidiana experientia comprobatum, ad naturam ignis investigandam nos quasi Ariadnes filo deducit.

262 Corol. 1. Notio igitur ignis duas ideas in nobis excitabit, diversis sensationibus respondentes; alteram illius affectionis, qua sensus nostri percelluntur, dum ad ignem accedimus, *caloremque* vocamus; alteram, qua objecta circumstantia à luce illustrata discernimus, ac per oculos eorum imagines ad animi sedem transmittuntur, quæ quum prorsus diversæ sint, ac invicem separari queant, et lucem sine *calorico*, et *caloricum* sine luce existere posse, deducitur, ac respondentes sensationes excitare. Hinc mirum non est, ignem quandoque magna luce pollere, parvumque caloris sensum injicere; ut in flamma è paleis, stuppa, etc. exsuscitata fieri videmus; quædam autem corpora valido calore nos torrere, quin minimum edant splendoris indicium; quorum exempla adeò obvia sunt, ut inutile sit, ea singillatim hic commemorare.

263 Corol. 2. Ignis itaque non est corpus simplex, aut elementum, quod ex aliis substantiis non coalescat, at ex luce aut citius ex materia lucem seu ætherem excitante, quæ *phosphorus* fortassè erit (467), et *calorico* tamquam principiis componitur, quæ et copulari, et invicem disjungi possunt. Hæc ta-

tamen *combinatio* lucis et calorigi non adeò constans in quantitate est, ut plures gradus non admittat; ex quo phænomena diversa oriuntur, quæ explicatus difficiles habent, nisi ad prædictas causas attendamus, seu diversam utriusque principii *combinationem*; qua posita, cetera plana fiunt, faciliq̃ negotio exponuntur, ut singillatim tentando mox ostendemus.

264 Missa tamen hic facientes, quæ de lucis igneæ natura ac proprietatibus dicenda forent; quoniam supra, ubi de luce egimus, fusè jam tractata sunt, neque diversam ob id induunt naturam; ad alterius principii ignem componentis proprietates investigandas convertemur. Ac primum quidem *caloricum* omnia corpora etiam durissima permeat; plurimis ex ipsis tenaciter adhæret, seu ut ajunt, cum ipsis *combinatur*; sese undique, dum liber est, uniformiter distendit, donec ad æquilibrium componatur. Ex hac *calorigi* proprietate sensatio caloris, aut frigoris in nobis excitatur. Dum enim corpus *calorico* abundantiore, quam nos habeamus, oneratum, ad contactum nobiscum venit, *caloricum* suum nobis communicat, ex quo caloris sensatio in nobis excitatur. Quod si ad corpus *calorico* destitutissimū accedamus, quum ipsi è nostro *calorico* communicemus, donec ad æquilibrium deveniatur; frigidum corpus illud tamdiu nobis videbitur, quo ad gradus caloris pares utrobique inveniantur. Hoc quidem facili experimento quisque comperiet, si alteram ma-

num supra corpus calefactum, alteram supra nivem aliquantulum tenuerit; deinde utramque in aquam tepesfactam immiserit. Nam manus calefacta frigidam aquam sentiet, dum simul quæ à nive frigescit, calidam experitur. Quod si diutius manus aquæ immersas tenueris, par sensatio utrobique restituetur. Videlicet quæ calefacta aquam contingit, suum *caloricum* eidem participat; contra verò aqua manui frigescenti de suo communicat, donec æquilibrium restituatur; quo obtento, sensatio utrobique par inveniatur, necesse est.

265 2. «Materia caloris nulli mutationi subjacet, neque alterationi.» Transit quidem in corpora, illa permeat, in eorum particulis latet separata, sive ut ajunt *combinata*, quo in casu, veluti culter vagina compressus nullum edit suæ præsentiae signum, donec in pristinum libertatis statum restituatur, tuncque mobilitatem fluidorum peculiarem rursus obtinet.

266 Nam 3. *Caloris materia fluida est*, imò omnium fluidorum subtilissimum, ac præcipua fluiditatis corporum causa. Ab ejus enim actione fluidorum partes invicem recedunt, cohæSIONem amittunt, separantur, eamque mobilitatem acquirunt, quæ characteristicæ fluidorum est. In thermometris id planissimè demonstratur: atque in ceteris corporibus passim videmus, eorum volumen à caloris præsentia augeri, ab ejus recessu ad minorem redigi molem. Quod quidem ita me movet, ut penè Brissoni assentiar conjectanti, unum in natu-

ra fluidum esse *materiam caloris*, à qua fluida, quaecumque novimus, si lucem excipias, habent ut talia sint. Hinc *calorico* à fluidis prorsus abeunte in solidam massam concreverent, ob insitam propensionem, qua eorum partes invicem accedunt, quæque *affinitatis* nomine à Chemicis solet nuncupari, ut in *Physica* generali monuimus. Idem suadent aquæ in glaciem, ac nivem conversiones; mercurii à frigore in metallum solidum ac malleatum transmutatio; metallorum fusio, ac liquefactio, iterumque ad pristinum duritiei statum restitutio, liquorumque pinguium rarefactiones, et concrectiones à majore vel minore caloris gradu in atmosphæra à sole excitato, aut ab igne *caloricum* ipsis communicante inducto provenientes.

267 4. *Caloris materia* ubique præsens est, atque ab ipsa omnia corpora intimè penetrantur. Aer, quem respiramus, telluris substantia, alimenta quibus nutrimur, nos denique ipsi medullitus *calorico* repleti sumus. Nam de aere puro dissertatione superiore ostensum fuit, ab *oxygenio* et *calorico* componi; indubiumque est terrestrem omnem substantiam, à *calorico* vivificari, si animalis, aut vegetabilis fuerit: aut si in regno animali, aut vegetabili non contineatur, facillimè ab ipso permeari, intraque ejus molleculas includi.

268 5. *Materia caloris* etiam durissima corpora dissolvit, quin ullum in natura inveniat, quod ejus actioni resistat; ipsa tamen à nullo destruitur, aut immutatur. Potest qui-



dem intra molleculas eorundem velut in carcere cohiberi, quin cum aliis suæ naturæ particulis communicet; tumque mirificè rerum conservationi inservit, quin vires destructivas exerat, quibus omnia cedunt ac dissolvuntur. Hinc est, quod *caloricum* velut *universale dissolvens* in natura considerari potest; quandoquidem intra molleculas corporum insinuatum illas disjungit, invicem removet, ac tandem dissolvit, si eo usque augeatur ejus quantitas, ut omnem earundem copulationem penitus dissociet.

269 6. Hinc caloricum in duplici statu considerari debet. Aut enim est in statu *combinationis*, aut in statu *libertatis*: in primo quidem nullum sensibilem edit caloris effectum, quo corporis organa ad sensum pertinentia quodammodò ab ipso excitentur: ac veluti sepultus, inclusus intra molleculas tamdiu latet, quin ullum effectum sensibilem edat; donec qua data porta ruat, et cum aliis ejusdem naturæ particulis vires suas augens, in dissolutionem redigat corpora, quorum intimas partes penetraverit. Id passim in contactu corporum, quæ nullum caloris signum sensui exhibent, experimur: neque ob id credideris omni calórico destitutum corpus, quod tactui nullum indicium præbet caloris; quum certum sit, plurima ex his hoc fluido referta esse, quod dum ab statu combinationis ad statum libertatis transit, ostenditur.

270 *Temperiem* corporum vocamus statum illum à thermometro designatum, qui ab ejus

elevatione aut depressione indicatur. Hac methodo ad trutinam vocantur gradus seu quantitates caloricæ in duobus aut pluribus corporibus contenti; thermometer mercurio instructum ipsis infundendo, à cujus elevatione aut depressione tempore infusionis notata, temperies respectiva definitur. Neque tamen ex eo deducas, à thermometro exactè ostendi quantitatem materia caloris in duobus corporibus contentam. Potest enim caloricum augeri in corpore, quin thermometer sensibilibiter varietur, ut experimentis à Lavoisier et Berthollet institutis edocemur in glaciei solutione; quæ quidem à caloricæ introductione, seu combinatione cum glacie provenit; et tamen toto solutionis glaciei tempore thermometer immotum remanet, quum percipimus, ab introductione materia caloricæ, quæ cum glacie combinatur, glaciei resolutionem provenire. Quamobrem thermometer indicatione tantummodo respectivam caloricæ, et corporibus ad ipsum transmeantis, quantitatem ostendit.

Hujusmodi combinationes caloricæ cum corporibus caloricæ specificæ dicuntur, quemadmodum etiam methodo utuntur prædicti Auctores investigare. Corpus nimirum, cujus caloricæ specificæ examini subijciendus erat, intra vas collocabant, quod glacie circumductum intra alterum vas pari glaciei tegumento obducunt, continuebatur, quod tertio demum vase ab atmospheræ calore protegebatur. His ita dispositis, caloricum corpus examinandi cum

glacie primum vas circumdante *combinatur*, et ab ipso glacies funditur, aqua soluta per canaliculum ad id destinatum se exonerante. Quantitate deinde aquæ solutæ notata, calor specificus definitur; quoniam ab eisdem *calorici* quantitatibus è corporibus ad glaciem transmeantibus, pares etiam ejusdem glaciei solutiones seu aquæ solutæ portiones haberi debent. Quænam autem caloris portio ad glaciem fundendam necessaria sit, mox videbimus.

272 Corol. 1. In transitu igitur corporis ab statu solidi ad statum fluidi magna caloris quantitas absorvetur à corpore fundendo, cum quo *combinatur*, quin aquæ resolutæ temperiem mutet. En itaque cur dum nives resolvuntur, frigus intensum adhuc sentiamus. Calor enim aeris nivem fundentis ab ipsa absorbetur, quin ad corpora nostra transeat; atque adeo temperies eadem seu sensatio in nostris organis excitari debet, quæ dum glacies, aut nix concreta erat, ea afficiebat. Imò sæpius magis intensa frigoris sensatio oritur, si de nostro calorico ad glaciem, aut nivem fundendam contribuimus, ut hiberno tempore dum nives fundantur aut gela solvitur, extra dubium est evenire. Quod etiam in transitu ab statu liquidi ad statum vaporis extendendum esse, supra obvio experimento diximus (158): oppositum autem evenit quando ab statu vaporis ad statum fluidi fit transitus, aut ab hoc ad statum solidi: magna scilicet caloris quantitas à corporibus expellitur, aut à fluidis concrescentibus, à ejus expulsionem provenit, ut ab uno ad al-

terum transeant statum. Hac fortassè de causa pluvia imminente, in atmosphæra tepor quidam excitatur, qui etiam frigida tempestate, aerem insigniter tepefacit.

273 Corol. 2. Quando igitur in *combinatione*, aut mutatione quacumque status corporum imminuitur calor liber; hic iterum restituetur, quum omnia ad pristinum statum redeunt. Contra autem si in *combinatione*, aut mutatione status caloris liberi augmentum succedat, hoc evanescet rebus ad priorem statum redeuntibus. Omnes itaque variationes quum reales, tum etiam apparentes, quæ in systematis mutatione occurrunt; ordine inverso iterum producantur, quando idem systema ad pristinum statum restituitur.

274 Schol. 1. Longum esset opiniones de natura ignis singillatim recensere: in tres tamen classes commodius distribui possunt, aut citius in duas; quum prorsus inepta videatur illorum sententia, qui substantiam mediam inter corpus et spiritum ignem esse autumant. Hac igitur prætermissa, reliquæ duæ supersunt exponendæ, aut potius indicandæ, ut quid ex ipsis retinendum, quid rejiciendum ex hactenus traditis cognoscamus. Prima igitur sententia ignem primigenium esse elementum asserbat, materiæ simplicis particularum congeriem immutabilem, summè elasticam, fluidissimam, atque omnis fluiditatis principium, caloris et combustionis causam. Ex his plures ignem elementarem à luce non distinguî asseruerunt. Consent alii ignem esse tantum perturba-

tum particularum motum, mechanicoe à fermentatione ob diversarum substantiarum permutationem inductum, atque adeo particulas ipsas corporum attenuatas, permixtas, hinc illinc ejaculatas, quin alia substantia eas intimè penetret, atque ad motum determinet, esse id quod ignem nuncupamus. Postremis hisce annis Priestlejus, Valerius, Scheele ac novissimè Craufordus plurimum in natura ignis investiganda desudarunt, et ut cuique laus propria tribuatur, Priestlejus et Craufordus, Lavoisiero et Placeo facem præstulerunt, ut scientiam ignis ad eum gradum evehierent, quem in Physica in præsentiarum obtinere videmus.

275 Schol. 2. *Phlogiston* celebre Stahlîi commentum à Physicis ambabus unis receptum, ac bilem Dandolo tantoperè movens, notio est in nostra Physica non prætermittenda, quoniam in recentioribus libris phlogiston passim nominatum, imò ad plurima phænomena exponenda applicatum invenitur. *Phlogiston* itaque appellant Lavoisieri prædecessores, id quod hic auctor et nos supra *caloricum seu materiam ignis combinatam* exposuimus. Plura quidem falsa phlogisto tribuebantur, maxime in combustionibus corporum exponenda, quam primum Craufordus, atque ex eo Lavoisierus, ceterique minime à phlogistico, at ab aeris resolutione provenire, compererunt. Ceterum falsis notionibus rejectis, parum interesse videtur, antrum phlogiston, an *caloricum combinatum* materiam ignis non liberam appellemus. His tamen prætermis, phlogiston suis fautoribus est ignis

elementaris aliis substantiis natura diversis combinatus, Ex hac combinatione ab affinitate inter ignem et substantias quibuscum commiscetur proveniente, novum corpus gignitur natura mixta ex utroque aliquid habens, neutrius verò naturam habens, inquit Para. Quum tamen non eadem affinitas inter ignem et alia corpora intercedat; quibusdam corporibus facilius, aliis ægrius conjungitur: ita ignis oleosis, et sulphureis substantiis facile sociatur, aqueis non item. Adhæsiō etiam varia est pro diversa affinitate, quam cum substantiis habet, à qua provenit major facilitas aut difficultas combustionis. Hæ sunt præcipuæ phlogisti notiones, ex quibus ejus patroni pleraque ignis phænomena explicare nituntur; quæ tamen simplicioribus principiis tradita à Lavoisiero, phlogisto penitus eliminato, asserit Dandolus.

## §. II.

*De mediis quibus actio ignis excitatur.*

276 Omnibus notum est, ignem ignis ad corpus combustibile applicatione excitari: quare omissa hac satis obvia producendi ignis methodo tres alias considerabimus; attritum videlicet, fermentationem, et lucis radiorum congeriem. Attritus si Lucretio credimus primum fuit excitandi ignis inventum, quod ab arboribus valida ventorum vi ad attritum compulsis ac ignem concipientibus, homines didicisse conjectavit; quem etiam à fulmine for-

tuitò accensum acceptum refert lib. 5, v. 1095.

Et ramosa tamen quum ventis pulsa vacillans  
Æstuat in ramos incumbens arboris arbor,  
Exprimitur validis extritus viribus ignis;  
Et micat interdum flammæ fervidus ardor,  
Mutuò dum inter se rami stirpesque teruntur.  
Quorum utrumque dedisse potest mortalibus  
ignem.

Casus etiam fortassè docuit hominem, ut *silicis venis abstrusum excuderet ignem*, frequentissima enim sunt hujusmodi phænomena sine hominum industria à natura edita, ut in serra ligna dividente, quæ adedè incalescit à continuo attritu, ut quandoque ignem concipiat: quod etiam commune est omnibus mechanicis instrumentis trusatilibus. Illud certum est, apud omnes nationes barbaras, quæ ferrum ignorabant, usum excitandi ignem per attritum invaluisse; quod legere est in Historia Prevostii, aut Harpei, in qua peregrinationes ab Europeis institutæ ad omnes ferè orbis angulos describuntur.

277 Fluida tantum ab attritu nullum caloris signum edere credebatur; quoniam nec aqua diù commota, nec alia fluida à solo attritu aut mutua percussione suarum partium calelescere, expertum erat. Phyps tamen in sua ad polum borealem maritima peregrinatione, asserit ab Irving peregrinationis socio in physicis rebus perito, aquam marinam post magnam maris jactationem inventam fuisse longè calidiorem thermometro immisso, quam esset

atmosphæræ temperies ab eodem instrumento indicata. Et quidem si ab aquarum mutuo attritu habeatur aeris cum ipsa *combinatio*, sui calorigi partem ipsi communicabit, à quo proveniet prædicta aquæ calefactio ab Irving asserita.

278 Ceterum fermentationes fluidorum, à quibus effervescentiæ producuntur, si rectè loqui velimus, non tam aliud obtinendi ignis medium, quam præcedentis species est: quod quidem simul ostendit ab attritu mutuo fluida calorem, ac ignem etiam sæpius concipere. Hujusmodi fermentationes à permixtione acidorum cum alcalis præcipuè obtinentur, ob insinuationem mutuam mollecularum per interstitia utriusque fluidi, ex quo magnus attritus sequitur, ac particularum collisio; unde caloris liberi intra poros contenti expulsio, ac per totam fluidi substantiam dispersio, à quo calor ille fermentationum proprius ortum ducit. Quod si ita augeatur calor, ut cum *oxygeno* aeris atmosphærici combinetur (173), accensio sequatur, necesse est. Ab hac enim *oxygenii* aeris ambientis cum corpore exurendo *combinatione*, ejusdem combustio provenire, loco modò citato ostendimus. Fluidorum autem molleculas sese mutuò intimè penetrare, experientia testatur; quoniam post permixtionem ad minus volumen reducuntur; ut si spiritum vini cum aqua ad duas amphoras miscueris, post commixtionem totum liquidum duas amphoras minimè reddere comperietur.

279 Putrefactiones etiam veræ fermenta-



tiones sunt, in quibus substantiæ fermentantis partes cum base aeris puri combinantur (184), caloricumque in ipso contentum libertatem natam molleculas dissocians, calorem illum generat fermentationis proprium. In nonnullis fermentationibus accensio etiam consequitur, ut in fœno humido intra fœnilia clauso evenire solet; ex quo non infrequenter in Urbe incendia accidere experimur. Idem namque in hac fermentatione solidorum usu venit, atque in liquidorum permixtione accidere supra monuimus. Neque enim ulla fermentatio, aut putrefactio in solidis, umquam succedit, nisi à fluidis ipsorum partes intimè penetrentur.

280 Demum à radiis solaribus corpora calefieri omnibus est notissimum. Nullus tamen credat à simplici radiorum solarium contactu accensionem sequi posse, nisi artificiosè mediis lentibus convexis, aut speculis concavis radii solis adedò addensentur, ut combinationi particularum corporis solis actioni expositi, cum *oxygëto* aeris ambientis locum dent; quod in statu naturali radiorum solarium etiam calidissimis regionibus evenire haud puto. Fuerunt quidam qui existimarent, æstivis caloribus Urbis paleas per strata viarum dispersas accendi; quod in Ponte S. Angeli se vidisse testatur Richardus in sua Itinerario per Italiam, ni memoria labor; non enim librum ad manum hic habeo, quod ab aliis Urbis incolis etiam audio, sæpius confirmatum. Enimverò hoc phænomenon ab igne ungulis equorum circumneurantium excitato, ac paleas velut escam com-

burnente, manifestum est provenire. Pons enim iste silicibus stratus est sulcis frequentibus excavatis; ut equi et roe currum commodius incedant; ex quo à ferreis soleis eorum scintillationes frequenter excitantur, quæ paleis admodum ab ardente sole exsiccatæ atque incalcescentibus, facile adherent, atque incendium inde concipiunt. Ceterum antiquissimis temporibus à radiis solaribus medio crystallis condensatis ignem obtineri, in poemate de *Lappideis*; quod Orphicis adnexum est, legitur in verbo *Crystallus*; quod etiam non obscure *Streptiades* juvenis in *Nabibus* Aristophanis, Act. 2. Scena 1. indicare videtur.

## §. III.

*De ignis propagatione.*

281 Actio ignis in corpora dupliciter propagatur: aut enim solum motum intestinum excitat, ex quo augmentum provenit caloris; aut partes corporis calefacti disjungit, ipsasque intime penetrat, ac in ipsa irruens in sui naturam quodammodo transformat, ut in corporibus accensis animadvertimus. Corpus igitur calefactum calidius et grandius efficitur, à calore intra molleculas suæ substantiæ recepto. Hæc tamen actio non sine mollecularum disjunctione fit; unde tenuiores avolant, ac dissipantur, ut in lignis solis aut ignis calori expositis usu venit.

282 Quando sola communicatio caloris in-

tervenit, omnia juxta notas leges peraguntur; calor nimirum à corpore communicante in alterum translatus, ab ipso communicante deperditur, atque adeò minus calidum efficitur, quam antea fuerat: contra verò accipiens calidius fit, suæ *temperiei* (270) adjungens, quod communicans deperdit; donec ad eandem *temperiem* deveniant, seu in æquilibrio constituentur, ut fluidorum mos est; ac etiam in corporibus motis observamus, tantum decedere communicanti, quantum in motu positum acquirit.

283 Verum si calor adeò augeatur, ut corpus incandescat, tunc actio ignis nulla proportionem cum igne communicante observata, crescit eundo; eoque majores exerit vires, quo pabulum abundantius nanciscitur, atque ignis actioni propagandæ latiore campum aperuerit. Nam caloricum *combinatum* cum aliis substantiis nullum edit signum suæ præsentiae: at quum ad statum libertatis transit (269), eo majores effectus edit, quo copiosior est quantitas ipsius in libertatem asserti. Neque tamen ob id credideris, ut fautores *phlogisti* asserebant, copiam illam calorigi, in substantia comburenda inclusam esse. Corpora enim comburi nequeunt, nisi ad contactum aeris puri (170), quoniam combustio à *combinatione basis* hujus aeris, seu *oxygenii* cum materia combustibili provenit (173): aer autem purus magnam calorigi copiam cum *oxygenio combinatam* includit, ex quibus tamquam principiis componitur. Itaque quando *oxygenium* cum materia

combustibili *combinatur*, ipsius *oxygenii caloricum* statum libertatis nanciscitur, perque omnem materiam comburendam debacchatur *calorico* sociatum, quod à corpore exurendo liber relinquitur. Hinc augmentum illud caloris alias partes combustibilis invadens, easque disponens, ut cum *oxygenio* copulentur, quod aer renovatus continenter subministrat; quæ renovatio si cessaret, combustio non succederet (170), adeoque ab aere major pars caloricæ dissolutionem combustibilis præparantis obtinetur. Hinc *oxygenium* aeris materiæ combustibilis particulis se *combinans*, suum *caloricum* liberum deponit; quod calorem, lucem, flammam abiens circumfundit.

- 284 Corol. 1. In omni igitur combustione aer purus seu vitalis dissolvitur (170), ejusque caloricum libertatem nactum calorem generat majorem, minoremve juxta naturam corporis exurendi. Nam si Lavoisiero, et Placeo fidem habemus, uncia carbonis in combustione 4037, 5 poll. cubicos aeris puri consumit, ac 3021, 1 poll. cub. *gas acidi carbonici* (180) generat. Notandum tamen in combustione carbonis minorem calorem produci, quam in aliis combustionibus phosphoricis, seu flammiferis ob productionem fluidi elastici, seu *gas acidi carbonici*, à quo pars *calorici* absorbetur; quod in combustionibus flammiferis non evenit. Nam caloricum ab aere puro relictum, quando ejus *oxygenium* phosphoro ardenti sociatur, duplum cum triente majus est, quam dum *acidum carbonicum* gignitur: quoniam in primo casu 68

unc. 5 drachmæ glaciæ à calore funduntur; in altero autem 29 tantum cum 4 drach. glaciæ solutz obtinentur.

285 Corol. 2. Ex his bene perpensis manu ducimur ad definiendum, quænam corpora combustibilia sint, quænam vero ignis actioni resistent. Nam quæ majorem *affinitatem* cum *oxygenio* aeris puri habuerint, seu facilius cum ipso *combinentur*, magis erunt combustibilia præ iis, quæ minorem cum *oxygenio* exerceant *affinitatem*. Hæc enim corpora recipiendo intra molleculas suæ substantiæ *oxygenium* aeris puri, atque adeo *combinationi* cum ipso resistunt; atque adeo difficilis aut nulla combustio sequatur, necesse est. Quæ autem magnam *affinitatem* seu *dispositionem* ad *oxygenium* à calorico aeris separandum, atque intra particulas suæ substantiæ recipiendum, ut cum ipso *combinentur*, habuerint; erunt maxime combustibilia. Ex quo illud etiam profluit supra indicatum, corpora combustibilia non illa esse, quæ phlogisto seu *calorico combinato* multum pollent, imò à similitudine veri non abhorret, combustibilia, ut sulphur, phosphoricæ omnes substantiæ, cetera, parum aut nihil *calorici* continere.

286 Corol. 3. Quoniam omnia ferè corpora in triplici statu *solidi*, *liquidi* seu fusi, ac *fluidi aeriformis* possunt existere (266); trium horum statuum differentia provenit à quantitate *calorici*, cum qua ipsorum molleculæ *combinantur*. Liquida seu fusa, ac *fluida elastica aeriformia calorica* præcipuè indicant intra

ipsa contentam; contra *solida*, ac *densa* calori-  
ei absentiam demonstrant. Eadem itaque pro-  
babilitate, qua ostensum hactenus est, subs-  
tantias aeriformes, atque adeo aerem ipsum  
magnam calorigi copiam particulis ipsas com-  
ponentibus habere *combinatam*; deducetur. e-  
tiam *solida* corpora quantitatem minorem *calo-  
rici combinati* includere; neque minua, quo  
densiora reperiuntur: quae omnia sequenti  
§ magis elucidabuntur.

#### De ignis in corpora agentis effectibus.

287 Praecipui, quos hic perpendimus, ignis  
effectus sunt *harsactio*, *liquefactio* seu transi-  
tus ab *solido* ad *fluidum*, ac demum *fluidorum*  
aut *solidorum resolutio* in vapores. Qui quidem  
effectus, si rectè loqui velimus, unius reus-  
demque effectus diversi gradus tantum repe-  
nuntur. Ad primum quidem omnino ab expe-  
rientia comprobatum habemus, ab actione  
ignis corpora rarefieri, seu in majus volumen  
distendi: quod adeo universalis est ignis effe-  
ctus, ut veluti characteristica nota ejusdem  
haberi debeat. Plurimis id experimentis de-  
monstratum apud physicos experimentalis cul-  
tores invenies, verum in thermometris cons-  
truendis, aut in tubo simili figura conformato,  
liquore quovis ad quamdam altitudinem reple-  
to hujusce dilatationis manifestum indicium  
habebis, si tubum in aquam ferventem immit-

que interea à calore intimè penetrantur; donec resolutis compagibus à calorico ipsa permeante statim undantia apparent. Quæ autem facile solvuntur, stratis superioribus liquescentibus, interiora strata ferè calorico destituta habent, ob idquè tardius ad fusionem perfectam deveniunt; quoniam major caloris pars cum particulis solutis commiscetur, atque aded gradatim resolvuntur. Si stannum, butyrum, aut ceram in idnobis vasibus perfectè similibus in eadem quantitate super eundem ignem collocaveris; butyrum et cera statim dissolvi incipient, stannum diu consistet; at fusionis stanni incepta, continuo resolvetur, dum cera frustulum adhuc solidum fusioni innabit.

291. Tertio demum fluidum aut materia solida à caloris actione resoluta, si capax sit, ebullit; neque amplius iplealescit, etiam si ad longum tempus ad ignem teneatur; quoniam materia nimium rarefacta liberum exitum calorico permittit, interea dum ejus substantia continenter dissipatur, in vaporem resoluta. Quæ quidem evaporatio eo promptior est, quominus à superincumbente atmosphæræ pondere gravatur. In vacuo enim tenuissimo caloris gradû aqua in vapores resolvitur.

292. Schol. Dixi modò ab actione caloris substantiam resolutam ebullire, si capax ebullitionis fuerit; neque enim omnia solida in fluidum conversa, aut liquida ipsa ebulliant ab ignis actione; quod nos ad ebullitionis phenomenon explicandum manu ducit. Certum est, liquida nunquam nisi à calore fervere; ca-

lor tamen solus ebullitionis causa non est; quoniam plura sunt liquida, quæ vehementer callescentia non ebulliunt, ut sunt metalla fusa. In his fluidis, quæ ebullitionem ostendunt, observamus, è fundo bullas sursum versus tendere, quæ substantiam superincumbentis liquidi transcendunt, atque ad superficiem feruntur. Ab his motus ille excitatur, quem fervorem appellamus; quoniam fluidum è fundo ascendens ad superficiem pervenire non potest, quin interpositum impellat, atque adeò fervorem excitet, seu motum, intestinum ad superficiem usque propagatum. Hoc fluidum ascendens est pars ipsius fluidi in vaporem resoluta, quæ ob suam levitatem à gravioribus particulis fluidi ad superiora propellitur, atque adeò sursum versus defertur.

293 Neque dixeris idem in metallis liquefactis contingere debere, si dicta tenent; quod tamen experientiæ adversatur testanti, metalla fusa nisi corpus extraneum ipsis infundatur, numquam ebullire. Nam hujusmodi fluida sicca, ut metalla, substantiæ in calcem resolutæ, quæ species fluidi sunt, cet. nonnisi in superficie evaporantur; quare fervorem numquam concipiunt. Attamen si ipsorum fusioni corpus aliquod immisceas, quod materiam ebulliendi aptam subministret, continuo fervent, quia fluidum extraneum in vaporem conversum à fundo ascendens, ipsa permeans, ad motum determinat, dum per ipsorum substantiam sursum versus elabitur.

294 Corol. Quoniam fervor à portione fluidi



di in vapores abeuntis originem ducit, ebulliendo tandem dissipabitur, ipsius substantiæ particulis paullatim in aerem translatis, ut vaporum omnium mos est. Verum quo copiosius vapores ascendunt, eo concitatus liquores fervent, ac strepitum majorem edunt. Unde si tres effectus hactenus expositi simul producerentur, ita ut momento hoc solidum in fluidum, hocque in vaporem simul abirent, strepitus magnus, seu tonitrum sequatur oportet. Hinc pulveris pyrii, ferri, auri, atque argenti fulminantis phænomena oriuntur; quorum resolutio in vaporem instantanea quum sit, fragorem magnum edit; eoque vehementiorem, quo in angustiore locum compressa, breviori tempore ignescunt, ac dissipantur. Si enim pulvis pyrius liberum nactus campum accenditur, ferè nullum edit fragorem: tunc enim lentius omnia procedunt, atque, ut ita dicam, prius accenditur, deinde resolvitur, ac demum in vaporem abit momentis interpositis; quin omnes partes simul incendio corripiantur, ut evenit dum pulvis nitratus arctè comprimitur. Ob id etiam pulveres fulminantes, qui è metallis nimium compactis formantur, fragorem magnum edunt; ac præsertim argentum fulminans à Bertholetto non ita pridem inventum, quod levissimo cujusvis corporis attactu detonat; quum ceteræ fulminationes quemdam caloris gradum exigant, ut pulveres in vaporem resolvantur.

## §. V.

*De modis quibus ignis propagatur aut extinguitur.*

295 Notum est omnibus ignem pabuli additione crescere ac latè diffundi, dummodo quæ subministratur materia ipsum non opprimat, communicationem cum aere impediendo, à quo combustionem procedere sæpius posuimus: quare hic tantum applicationem ignis, quam *concentrationem* appellant, atque aeris puri adjuvamentum considerabimus. Directionem siquidem versus eamdem partem, quam inter modos vim ignis augendi recensere solent, à *concentratione* non differre, quisque faciliè animadvertet, si rem attentius perpendat. *Concentratio* enim aliud nihil ignis activitati addit, nisi in angustiores locum sphaeram ejus activitatis constringere, ut ad unum locum tota vis collimet; quod idem præstat sufflatus ad minus spatium flammam dirigendo, unde tanta vis igni sufflato conciliatur.

296 Itaque vis ignis augetur, quando ejus expansio impeditur, atque adeò ad certum spatium vis tota dirigitur, et *concentratur*. Hoc à parvis furnis quotidie experimur, in quibus magno emolumento temporis et carbonis cibi coquuntur, potiones matutinæ præparantur, Chemicis suas operationes exequentur, è quibus tot physicae notiones dimanarunt, ac in dies obtinentur. Aurifices etiam, ac ii, qui *Smaltatores* dicuntur, è lucernæ flamma, versus eam-

:

dem plagam tubo aut folle parvo continenter directa, ignem illum vehementem vitrum solventem obtinent, quibus artefacta sua perficiunt.

297 Demum Lavoisierus vehementissimum ignem aeris puri (161) sufflatu excitari pluribus experimentis comprobavit. Nulla ferè est in natura substantia, quæ ejus activitati resistat. *Platina*, quæ supra vitrum ardens, quod ignem potentissimum continet, imposita vix mollescit, ab igne aere puro concitato perfectè solvitur. Carbunculi orientales, quos vulgò *Rubi* appellant, quique acutissimo vitri ignescentis ardori resistunt, ab igne aere vitali sufflato mollescunt, atque in unam massam conglobantur; ita ut è pluribus fiat unum, nulla amissa ponderis nativi parte, neque fulgore nisi tenuiter immutato.

298 Quandoquidem etiam in Physicis axioma illud juris tenet: *per quascumque causas res nascitur, per easdem dissolvitur*; ignis extinguetur sublatis causis, à quibus producitur, aut propagatur. Ob id semper observamus, pabulo deficiente ignem extinguui: sæpè etiam languet, pabulo ipsi abundè subministrato, nisi folle aut flabello aeris innovatio prorsus impediatur, ut evenit quando operculo aut corpore aliquò imposito communicatio cum aere atmosphærico intercipitur, consumpto aere vitali combustionem promovente, demum exstinguitur. Hac de causa aquæ injectione ignis suffocatur, si adeò copiosa affusio sit, ut superficiem corporis inflammati penitus obruat, atque aeris

communicationem cum igne penitus intercludat: quod non evenit quando aqua in modica quantitate adhibetur, quæ statim in vaporem resolvitur. Tunc enim effectum parit contrarium, actionem ignis promovens, atque incendium propagans, ob dissolutionem *basium* seu elementorum aquam componentium. Nam *oxygenium* aquæ corpori exurenti communicatur; *hydrogenium* autem (184) *calorico* sociatum, *gas* inflammabile producit; quod statim accenditur, atque incendium latè propagat.

## CAPUT SECUNDUM.

### *De frigore.*

299 **F**rigus tripliciter considerari potest, seu in triplici statu corpora, quæ frigida appellamus, concipere debemus. Aut enim sensationem in anima excitatam ad præsentiam seu contactum corporis frigus inducentis intelligimus; aut statum corporis nostri hanc sensationem patientis; aut denuum id quod extra corpus eandem sensationem excitat. Quod ad animæ sensationes attinet, à commercio corpus inter et animam intercedente provenientes, in *Metaphysica* dicendi locus fuit; neque hic aliud addendum occurrit, nisi id esse frigus in anima, quod quisque sine ulla explicatione satis concipit, quin opus sit longis uti descriptionibus. De causa verò frigus producente, ac de effectu seu statu corporis à frigore inducto, hic nobis disserendum est.

300 Quin de peripateticis Arabibus loquamur, qui omnia per qualitates explicabant, ac frigus peculiarem qualitatem hanc sensationem producentem esse dicebant; recentiores quidam, quos doctus Muschembroeck penitus non rejicit (neque enim poterat, si quæ de gelu statuit sustinere volebat), frigus in particulis quibusdam frigorificis consistere autumant, Leucippi, Democriti, atque Epicuri placitum renovantes. Cartesius tamen cum suis asseclis, ac plures alii frigus in partium insensibilium quiete consistere putant, quemadmodum calorem in earumdem motu perturbato statuerant. Etiam si hujusmodi placitum cum his, quæ de igne et calore hactenus tradidimus penitus non congruat; tamen parcè detortum haud ægrè conciliabitur, si particulas salinas nitrosas in corpora frigescentia introductas; à quibus hujusmodi quietem provenire volunt, procul relegemus; quod sequentibus majore in luce collocabitur.

301 Propos. «Frigus à calorigi imminutione corpus deserentis oritur; quemadmodum calor à materia caloris introducta generatur.» Quare si rectè loqui velimus, frigus est status corporis calori oppositus, qui ordine inverso, ac status calefactionis producitur. Corpus nimirum dum à materia caloris invaditur, ejus partes paullatim distenduntur (281), quod liquefactionis initium est, unde ejus volumen augetur. Atque hic fortassè est ille motus intestinus, in quo calorem statuebant Cartesiani. Monteiurus, Altierrus etc. qui quidem motus nisi à calorigi introductione numquam generatur. Contra verò

calorico libero (269) abeunte, partes iterum accedunt, paullatim constringuntur, et constipantur, undè sensatio frigoris oritur in corpore animato à calore ipsius partes deserente.

Quod autem frigus à nullis particulis frigorificis intra corporis poros introductis generetur, sic ostendo. 1. Harum particularum existentia numquam ostendi aut probari potuit. Nam quas credunt prælaudati auctores esse has, non sunt verè frigorificæ; particulæ nimirum salinæ ac nitrosæ, à quibus congelationem provenire credunt, eo quod intra poros introductæ arctè molleculas constringant, atque ad quietem redigant, congelationis causa non sunt, ac proindè neque frigoris: qui status corporis congelatio quædam initialis dici potest. Particulæ enim salinæ, ac nitrosæ, quæ exterius applicatæ congelationem promovent, si in fluidum immitantur, eam impediunt, retardant quidem certè. Mala est itaque harum particularum introductio in corpus, quod frigescit, ac multò minus ab ipsarum constrictione molleculæ illius ad quietem rediguntur. 2. Æstate æquè ac hieme glacies obtinetur; at particulæ frigorificæ minimè tunc adsunt: aliundè igitur quam ab eis frigus enascitur. Quod si à nitro, salibus, glacie, aut nive substantiam congelatam circumdante has particulas frigoriferas emanasse dixeris; cur, inquam, liquor ipse, qui funditur, dum alterum congelat, frigidior invenitur? Hoc quidem experientia testatur, ac particularum frigorificarum commentum penitus fundit.

302 Corol. 1. Itaque quum frigus seu *frigeffectio* aliud nihil quam caloris imminutio sit, in corpore frigescente ordine inverso omnia phænomena ostendi debent, quæ in ipso incalcescente, aut inflammato antea edita fuerunt. Hinc 1. Flamma cessat atque in fumum convertitur; evaporatio languescit, sæpè etiam penitus cessat. 2. Substantiæ liquefactæ sensim crassiores evadunt, donec ad pristinum statum restituantur. 3. Volumen, quod prius à rarefactione excreverat, ad terminos suos redit, atque in ipsis concluditur. Quæ quidem omnia si lentè fiant, ac per gradus sensim, ac sine sensu remittant, nulla immutatio in hoc transitu notatur. At si præpropere refrigeratio succedat, pleraque turbantur, ac notabiles in particulis substantiæ concrescentis mutationes inducuntur. Id in chalybe seu ferro purgato incandescente in frigidam injecto, in vasis vitreis ex templo acri frigido expositis, aliisque experimur, quæ fragiliora evadunt, eo quod ipsorum partes non eo ordine restituantur, quo prius erant collocatæ.

303 Corol. 2. *Frigus* est status relativus corporis à majore minoreve caloris liberi quantitate proveniens, quin ullum in natura inveniatur corpus, quod frigidum nullo habito respectu dici queat. Hoc enim esset illud, quod nullum *caloricum* in se contineret, quod quidem in natura rerum reperies nullum. Ex quo plura phænomena explicantur, quæ passim occurrunt. Loca subterranea hieme calida, æstate frigida sentimus, quæ tamen eandem ferè tem-

periem toto anni tempore observant. Idem in aqua è puteis hausta experimur. Verum hieme è frigidiorē aere, æstate ab æstu in ipsa descendimus; atque adeò status relativus nostri corporis hanc parit diversitatem. Frigidiori siquidem aeri expositi eidem de nostro calore communicamus; dum verò partibus externis ob hanc communicationem frigescentibus in loca tepidiora intramus, caloricum in ipsis contentum ad nos transit, atque indè sensationes illæ diversæ proficiscuntur.

304 Ceterum leges, quo transitus hic caloris liberi ab uno ad aliud corpus evenit, non adeò constantes sunt, ut indubitanter statui queant. Hoc unum certum est, ac prima lex esto: «Corpus calore libero abundans, alteri minus habenti de suo participare, donec ad æquilibrium, seu æqualitatem deveniatur.» Quam autem proportionē hæc communicatio peragatur, nondum liquido constat. Plerumque rationem densitatum seu *massarum* hujusmodi caloris communicationem sequi, tamquam lex statuitur. Atque indè est, quod metalla, marmor, verbo densiora corpora præ minus densis in contactu frigidiora nobis videantur, quamvis temperies omnium eadem sit, ut thermometro imposito convincimur. Et tamen marmor tangendo frigoris, pannum verò nullam sensationem diversam sentimus, quia densioris marmoris plures particule quam panni sub tactum cadunt, quæ *caloricum* à nobis mutuant: panni autem textura rarior quum sit, sensibilem caloris imminutionem non producit,



305 II. Lex. « Verum si substantiæ, quæ ad contactum veniunt, aut invicem immiscentur, ejusdem naturæ fuerint, calidior suum calorem minus calidæ communicat, secundum voluminum proportionem. » Si aquæ libra 40 caloris gradus continens libræ ipsius liquoris 30 gradus tantum continenti admisceatur, temperies totius mixturæ erit 35 grad. Videlicet grad. 30 communis caloris, ac dimidium 10, in quo altera alteram excedebat. Eodem modo inveniretur temperies post mixtionem, si plures quantitates diversis gradibus caloris constantes confundantur, ex. gr. si tres libræ aquæ, quarum prima ad 30, altera 20, tertia 10 gradus caloris contineant, simul commisceantur, temperies communis post confusionem invenietur summam colligendo, ac deinde per numerum voluminum eam dividendo  $30 + 20 + 10 = 60$ ; qui numerus si per 3 dividatur, quotum dabit 20, temperiem seu gradus caloris indicantem, qui in tribus libris permixtis invenientur.

306 Schol. Non semper in transitu caloris ab uno ad alterum corpus præcedentes regulæ observantur, nisi calor utrobique liber remaneat post communicationem. Nam si pars caloris ab uno ad alterum transeuntis *combinetur*, temperiem corporis, cui sociatur, neutiquam immutat. In glacie, quo tempore funditur, perspieuum id efficitur; cujus temperies, à calore ejus liquefactionem peragente, et cum eadem combinato, minimè immutatur (270), donec integræ fusio ejusdem obtineatur. Et tamen glacies numquam solvitur, quin magna pars

caloris è corpore ab ea frigescente ipsi communicetur, ut à liquoribus glacie congelatis documentum habemus (271). Hinc calor combinatus temperiem corporis non immutat, etiam si magna quantitate in eo contineatur (269). Mirandum igitur non est è glacie, nive, grandine, ignem extrahi, ut ope machinæ electricæ hodiè jam vulgare est phænomenon.

### CAPUT TERTIUM.

#### *De igne electrico, seu electricitate.*

**F**erè nullum est in Physicis argumentum, de quo plura scripta vulgata sint, nec tanta contentione experimenta instituta; quum alioquin vix sesquisæculum ætatis numeret præsens de electricitate tractatio. Non quod antiquis virtus attractiva quorundam corporum prorsus ignota extiterit, quum in succino seu electro, à quo nomen hujus thematis derivatur, satis ipsa perspecta fuerit; sed quia casu, ut ferè solet in magnis naturæ arcanis, à Gilberto medico Anglicano, deinde ab Othone Guerrico, qui machinæ pneumaticæ ut et electricæ prima rudimenta posuit, Boyleo, etc. eadem electri virtus in pluribus aliis corporibus, puta vitro, gemmis, sulphure, detecta fuit. Ceterum etiamsi non obscuræ in Cartesii scriptis animadvertantur electricitatis notiones, ab Othone et Boyleo prima hujus scientiæ elementa tradita fuisse, nemo unus in controversiam adducet. Hauxbeus quidem ineunte hoc sæculo primus in Anglia omnia,

quæ ab decessoribus tradita fuerant, in trutinam revocavit, correxit, auxit, tractatumque de electricitate, quasi novam scientiam conditurus, divulgavit. Magno deinde ardore à Grayo Anglo, Du Fay, Nolletto, le Roy, Gallis, Franklino Americano, Beccaria Italo, aliisque innumeris electricitas culta est: ita ut hodiè, qui parvo scientiæ fundo scriptor esse velit, in machina electrica fodinam Guanaxuatensibus ditiores inveniet, è qua tota volumina implere queat. Nos, qui utilia magis quam curiosa sectamur, quæ rem physicam propius spectant, selegimus, reliquis prætermisissis. Ac primum notionibus præjactis, phænomena deinde electricitatis præcipua, tertio Auctorum de electricitatis natura sententias, quarto demum electricitatis naturalis cum artificiali convenientiam, quæ hujus tractationis utilior pars est, præscripta nobis brevitate exponemus.

### §. I.

#### *Electricitatis notiones præviæ traduntur.*

307. Quæ cognoscuntur in natura corpora, in duas clases ab electricitate distribuuntur. Alteram enim à confricatione electricitatis signa continuò edunt, atque *idioelectricæ* appellantur: altera confricata nulla indicia ostendunt, accipiunt tamen ab *idioelectricis* excitatam materiam, atque idcirco *anelectricæ*, seu non electrica dici consueverunt. In prima classe vitrum, gemmæ, sulphur, gummicopal, resinæ, cera, filum sericum, animalium dentes,

cornua, pelles exsiccatae, pili, ligna prorsus arida, et quaedam animalia viventia, ut torpedo, anguilla Surinamensis etc. numerantur: reliqua autem omnia in tribus naturae regnis contenta, ad secundam anelectricorum classem relegantur; praesertim metalla, quae omnium maximè electricitati recipiendae apta inveniuntur, et communicatione electrica fiunt. Porro electricitatis effectus conspicui sunt, ignis quidam seu vapor, qui ex idioelectricis confricatione excitatur, atque in scintillas abit: attractio ac repulsio leviorum corporum, quae ad alia *electrizata* applicantur: ac demum tenuis quaedam aura, quae à sensibilibus tactus organis, ut facies, propè idioelectrica admotis, percipitur.

308 Aliud etiam insigne est discrimen inter *idioelectrica* et *anelectrica*; quod prima conceptam electricitatem nonnisi ea parte, qua ab anelectricis continguntur, ipsis participant, quin ab eisdem *electrizationis* eam mutuunt: contra verò hæc et ab idioelectricis quantum habent recipiunt, et ceteris anelectricis, si proximè ad ipsa accedant, transmittunt. Hinc proprietates illae prorsus oppositae, quibus ad experimenta instituenda utuntur Physicæ experimetalis cultores; à quibus corpora in segregantia, seu ut vulgò dicunt *insulantia*, et communicantia seu *conductores* distribuunt. Omnia quidem idioelectrica *insulantia* sunt; anelectrica inter conductores numerantur. Notum est ad tentamina corpora *insulari* debere, scabello ex idioelectrica materia constructo ea

collocando: tum enim materia electrica in pavimentum aut in alia anelextrica non transit, sed tota in corpore rétinetur.

309 Notandum tamen, quædam esse *idio-electrica*, quæ calefacta vix aut nullam electricitatem concipiunt, ut vitrum et succinum: imo quod anelectricorum proprietas est, illam recipiunt atque ad alia corpora transferunt; quum aliunde in statu naturali fricata egregiam vim adhibeant in machinis electricis, ut omnibus notum est. Contra verò alia sunt, quæ ut vim electricam concipiant, ad magnum caloris gradum illa evehere oportet, ut sunt marmor, lapides, ebur, cornu, os, conchæ etc. in quibus benè calefactis et fricatis vim electricam experimur, unde de illa à frigore, hæc à calore idioelectricæ fiunt.

310 Electricitatem etiam *positivam* ac *negativam* distinguunt: seu quod rectius dixeris per *excessum* et *defectum*. Corpora, quorum ignis electricus excedit quantitatem illam, quam in statu naturali continent, electrica per *excessum*: quæ autem ab hac quantitate deficiunt, per *defectum* electrica appellantur. Quondam hujusmodi electricitates per *excessum* et *defectum*, *vitream* ac *resinosam* nuncupabant, eo quod corpuscula à vitro *electrizato* repulsa, à resina pariter electrizata attrahebantur, et versa vice. Verum hujusmodi effectus ab electricitate per excessum in vitro repellente, et per defectum in resina alliciente provenire existimant, qui Nolleti duos materiæ electricæ fluxus minimè probant. His addi posset *electrici-*

*tas vindex* à Beccaria inventa, ut Jesuitarum Pekinensium experimentum, quod pro duplici contrario fluxu stare videbatur, ad mentem Franklini exponeret. Mathematici è Soc. Jesu Pekini, quæ est urbs imperii Sinensis metropolis, laminam vitri vehementer *electrizatam* supra pyxidis nauticæ vitreum operculum imponentes, mirati sunt acum nauticam ad duas continenter horas, eoque amplius suspensam atque operculo conjunctam à vi attrahente vitri *electrizati* perdurasse, ac demum ad pristinum statum se restituisse. Removentes deinde vitrum *electrizatum* à pyxidis operculo, en tibi acum fugientem crystallum denuo insectari: quæ si rursus ad pristinum locum restitueretur, acus pariter, quasi ludens, ad locum, unde discesserat, confugiebat. Ut hoc phænomenon unico fluxu retento exponeret Beccaria, pluribus tentaminibus factis ostendit, *idielectrica corpora in disjunctione, electricitatem in conjunctione deperditam, denuo sibi vindicare*: quod electricitatem vindicem placuit ipsi nuncupare.

311 Schol. Nunc jam notum est electricitatem per excessum et defectum in quacunque materia simul reperiri. Cera obsignatoria *Lacre* ab Hispanis, ab exteris *cera hispanica* dicta, quæ manu, charta, aut lana confricata electricitatem negativam ostendit, si metallo perfricetur, per excessum electrica reperitur. Vitrum politum, quod frictione per *excessum* electricus fit, antequam poliatur, metallo aut serico oleo imbuto perfrictum, *negativè* elec-

tricum invenitur. Hoc etiam insigne est experimentum, tibialia duo serica albi et nigri coloris (quod pariter de alijs sericis texturis intellige), si confricentur, arctè invicem adhærere, ac proindè electricitates positivam, ac negativam simul contrahere: quod Symerus casu animadvertit, ac postea in reliquis coloribus sericis constanter expertum fuit. In *Lyncurio* seu *lapide electrico* Linnæi hujusmodi electricitates simul observatæ sunt. Lyncurium enim vehementer calefactum, quæ corpuscula ex una facie attrahit, ex altera repellit; quemadmodum evenit dum corpora inter resinam ac vitrum electricum collocantur. Permulta alia adduci possent hujusmodi exempla, quæ videbis apud recentes electricitatis scriptores, Nolletum præcipuè, Christianum Wolfium, Beccariam, Cavallium, atque electricitatis novissimum historicum Priestleyum.

## §. II.

### *Phænomena electrica exponuntur.*

312 Quum vulgatissima apud omnes machina sit electrica, ab ejus descriptione super sedemus, quam si quis nondum cognoverit in figura 34 incisam inveniet, in qua D est globus, aut patina vitrea; AB virga ferrea, seu conductor electricus; CDMN catena metallica, qua mediante, globus, conductor et homo HIZ invicem communicant; K est scabellum picem, vitreum, aut è ligno exsiccato, atque oleo imbuto constructum, ut homo à terra segregetur (308). Nam hoc omnium phænomenorum

primum sit; hominem, aut quodcumque corpus, ni segregatum fuerit, aut *insulatum*, ut vulgò dicunt, nullum edit electricitatis signum; idcirco conductor funiculis sericis TT suspenditur, quæ materia *idielectrica* est. Quod si 2. quacumque materia *idielectrica* interposita corpus separetur à pavimento, magnam vim electricam concipit perfricato globo manibus, aut pulvinis, è texturis metallicis confectis, quam in aerem, aut in circumstantia corpora, si propè admoveantur, transmittit, ut in A, P, B, O. 3. Aer siccus est maximè *idielectricus*, nullamque per communicationem electricitatem recipit, quod Benjaminus Franklinus, Bostonensis Americanus, de re electrica optimè meritis primus ostendit. Globum enim subæreum filo serico suspensum *electricavit*, centiesque in gyrum per aerem ad modum fundæ circumduxit, ut in aerem admissam electricitatem diffunderet. Frustra tamen id tentavit, quoniam post centestimam instar fundæ per aerem circumvectionem, quum jam 2400 pedes aeris traduxerat, eadem fluidi electrici quantitate oneratus inventus fuit. Enimvero si aer humidus fuerit, *anelectricus* fit, atque electricitatis conductor; idcirco humida tempestate machina nulla ferè edit electricitatis signa; quoniam ignis per aerem humidum dissipatur, perinde ac si conductor *insulatus* non esset. 4. Ut aeris resistantia electricæ transmissioni luculentius appareat; in vacuo machinæ pneumaticæ conductor statuitur tumque eo libèrius diffunditur, quo aer magis rarescit, ita ut 80.<sup>tes</sup> plusquam in statu naturali



atmosphærae rarefactus, per totum recipientem ad instar auroræ borealis ignis electricus diffundatur. Observante tamen Morgano, quum vacuum ad summam aeris rarefactionem devenit, hæc diffusio cessat, ampliusque vapor ille liberè non vagatur. Ex quo deducitur vacuum, æquè ac aer condensatus, aptum non esse ad propagationem electricam. Atque hæc præcipua sunt electricitatis phænomena, quæ ad conductores pertinent.

313 Videamus jam illa, quæ ad attractionem ac repulsionem spectant. Ac 1. *idioelectricæ* confricata ex parte tantum confricationi subjecta attrahunt levia corpuscula, quæ in ejus vicinia statuuntur. *Anelectricæ* verò sine ulla frictione, dummodò *electrizata* fuerint, eadem corpusecula ad se trahunt, corporibus inflammatis exceptis. 2. Hujusmodi attractio in metallicis corpusculis validior est. 3. Ceterum è partibus angulosis, ac prominentibus magis quam è planis fortior attractio obtinetur. Idcirco frustulum bractæ metallicæ in G (figura 34) conductori ad aliquot pollices admotum, non à superficie plana, sed ab angulis ad conductorem adducitur. 4. Hinc attractioni illic succedit repulsio, qua corpus accedens post contactum retroagitur, postea iterum accedit, ac repellitur, atque ita deinceps itus, ac reditus alternantur. Ex quo plures jocosæ inventiones ortæ sunt, ut saltationes homunculorum, campanularum alterni tinnitus, ut in *m n* etc. Hinc deducunt auctores, qui duplicem fluxum Nolleti non admittunt, appulsum corporis ab electrizatione

negativa; repulsionem à positiva provenire. Corpus videlicet aliud non attrahit, quod parem materiæ electricæ quantitatem in se concludat; tum enim mutuò repelluntur. Idcirco post contactum ob communicationem fluidi electrici, quod ad æquilibrium tendit, ac citissimè consequitur, statim repelluntur. Postea tamen ob diffusionem ejusdem, corpusculum per defectum electricum fit, atque adeò iterum attrahitur. Quare vires attractivæ ac repulsivæ erunt in ratione densitatum materiæ electricæ in corporibus contentæ. 5. Si electricitas validior fuerit, corpuscula ad contactum non deveniunt, sed à duorum vel trium pollicum distantia repelluntur, obtento antequam ad contactum deveniant densitatum electricarum æquilibrium; in quo statu corpusculum manet suspensum, donec sensim amittat fluidi electrici partem, aut aeri circumfuso, aut aliis corporibus accedentibus illam communicando; tumque iterum attrahitur, post reparatam electricitatis jacturam iterum repellendum. Fieri etiam potest, ut corpusculum in aere suspensum diu perseveret, aut circumducatur in eodem æquilibrii statu, digitum videlicet ex altera parte admovendo; ex quo fit, ut quantum à tubo vitreo; aut conductore electrico vaporis accipit, tantundem in digitum transmittat.

314. Mirabile etiam illud est *cuspidum* phænomenon. Etenim si conductor cuspidatus fuerit, vi maxima ignem electricum effundit, qui ad instar penicilli in aerem erumpit. At si cuspidatum aliquod corpus præsertim metallicum

conductori ad aliquam distantiam admoveatur, citissimè ipsum igne electrico exspoliatur, qui in cuspide in forma puncti luminosi apparebit; quod tempore valdè sicco ad distantiam 8 aut 10 ped. etiam præstabit: quum ferrum non cuspidatum vix ad aliquot pollices ignem alliciat. Hinc concludunt unius fluxus assertores, penicillos igneos signum esse effluentis materiæ, sive electricitatis per excessum; stellulas, aut puncta flammantia signum electricitatis per defectum ad se trahentis electricum vaporem. Insurgit tamen contra novissimus Brissonus, inquiens, in prædictis experimentis affluxum à corpore non insulato ad conductorem probare sequentia. 1. Si candela accensa in casu prædicto interponatur, flamma aut fumus versus conductorem feruntur; aut si parvum vas in exiguum siphonem desinens, è quo guttatim aqua deffluat, digito hominis insulati appendatur, ac versus hominem *insulatum* illum exporrigat, effluxus aquæ acceleratur. 2. Idem contingere, ait laudatus Auctor, si globus sulphureus vitro substituatur in machina; tum enim in extremitate conductoris in cuspidem desinentis punctum lucidum aut stellula animadvertitur, floccus autem in extremitate catenæ globum contingentis, quod signum est electricitatis negativæ ex parte cuspidis. Atqui, insistit ipse, ventus in extremitate cuspidis, odor phosphoricus, repulsio flammæ, aut fami candelæ, acceleratio etiam aquæ in vase guttatim illam fundente in hoc apparatu observantur. Stellula igitur aut punctum non est signum

electricitatis negativæ, quum materiam effluentem ex prædictis experimentis procul 'dubio deducamus. Hæc in antecessum diximus, quæ ad electricitatis sententias pertinere videntur, ne phænomenon prius expositum ex una tantum facie, ut ita dicam, adumbrarem, quin quæ ipsi opponuntur adjungerem: sed de hoc iterum redibit sermo, ubi sententias electricitatis exponemus.

315 Peculiare itidem cuspidibus illud est, quod quum alia non cuspidata ignem electricum non sine aliquo strepitu emittant, qui quandoque in magnum fragorem excrescit pro materiæ appulsæ ac resistentis quantitate; cuspidata ipsum silenter attrahunt, aut remittunt; magna tamen velocitate, ut mos est materiæ electricæ sive crepitu, sive nullo fragore propagetur. Sæpè etiam adhibitis conductoribus è filo ferreo ad duo, vel tria milliaria pertinentibus, aut longa hominum serie disposita, effectus electrici ictu oculi propagati animadvertuntur; quod etiam sequenti phænomeno comprobatum videbimus.

316 Phialam Batavicam appellare consueverunt scriptores hujusmodi tentamen, quod anno 1746 litteris Lugduno Batavorum ad Reaumurium à Muschembroek inscriptis primum innotuerit. Cuneus Batavus primus fuit, qui in illud nec opinanter incidit, etiamsi ob prædictas litteras nonnulli Muschembroek tribuant. Phiala vitrea tenuis crassitudinis aqua, limatura ferri, aut cupri, mercurio, aut plumbeis globulis ad medietatem plus minusve im-

pleatur; in quam filum metallicum, quod aquam aut corpus introductum contingat, quin ad vitrum perveniat, immittatur, ejusque orificium subære obturetur, per cujus medium filum trajici debet, extremitate è conductore pendente, ut in AL factum vides (figura 34). His ita dispositis, motu globi electricitas excitetur, dum manus L phialam sustinet, deinde altera manus R in puncto *r* filum aut uncum metallicum vel leviter contingat. Statim vehemens percussio in machina animali sentitur: quæ etiam per longam hominum seriem manibus sese comprehendentium diffunditur, si primus phialam teneat, postremus filum percutiat. Quod si vehemens electricitas excitata fuerit, parva animalia, ut avicula, mures, imò etiam pavonem indicum à percussione occisum fuisse, scribit Brissonus.

317 Loco phialæ quadratum vitreum ZOX adhibuit Franklinus, ac Beccaria, illustris franklinianæ theoriæ electricitatis assertor. Ut autem effectus obtineatur, illud *obarmare* opus est: *armare* autem vocant, quadratum utrinque laminis ex stanno, aut alio metallo paratis munire, ita ut laminæ ad labrum vasis non pertingant, sed tribus saltem pollicibus ab ipso distent. Deinde catena dimittitur, ut in O supra *armaturam* quadratum contingat, et globo circumfacto electricitatem concipiat. Hæc etiam *armatura* in phiala Batavica locum obtinet, ut copiosior ignis quantitas coacervetur, et effectus major obtineatur. Aucta à rotatione continua ignis electrici quantitate, fulmen, si licet

*exemplis in parvis grandibus uti*, exploditur; vehementi tonitruo, quantum flagellum cursorum edere solet, ac fulguratione satis conspicua editis. In lamina post explosionem albicans quædam semita apparet, plerumque tortuosa, quæ oram armatura denudatam percurrentes ad alteram partem defertur. Si digito hujusmodi semita tractetur, superficies scabra sentitur, ab reliqua polita longè diversa; quod vestigium est parvi fulminis vitrum abradentis, quemadmodum et odor sulphuris statim ab explosione in superficie remanens, ut in locis fulmine de cælo tactis experimur. Hoc tentamen scrupulum injecit Franklino, *ut parvis componere magna solemus*; ne quod in machina quasi ludicrè obtinetur, seriò natura in cælo perageret; ac fulmen nihil aliud foret, quam electricitatis naturalis effectus in nubibus, ut in quadrato arte collectæ: è quibus itidem quum satis ignis electrici gravidæ sunt, qua data porta ignis electricus ruit, ac in terram tonans, fulgurans, atque ea, quæ offendit dejiciens, exoneratur. Observationes postea suspicionem Franklini confirmarunt, nec amplius in dubium vertitur, ab electricitate ejusmodi phænomena derivari. Eam ob rem in numismate frankliniano circum ejus imaginem appositum fuit hoc epigramma: *Eripuit fulmenque Jovi, sceptrumque tyrannis.*

## §. II.

*Opiniones de electricitate expenduntur.*

318 Si, quæ auctores de electricitate opinionamenta prodiderunt, attentè pependantur, ferè ad sententias Nolleti, ac Franklini reducuntur. Nolletus, cujus penè antiquatam opinionem novissimè Para, ac Brissonus restaurare tentarunt, duplicem materiæ electricæ fluxum asseruit; alterum AB (fig. 34), qui à conductore ac circumstantia corpora efflueret, ac idcirco *effluxum* appellavit: alterum affluentem a, s ad conductorem, è vicinis corporibus, ut hic ab eo dictus *affluxus*, deperditam materiam restauraret. Royus contra affluxum et effluxum Nolleti singulariter cum ipso decertavit, duorumque rivalium scripta publici juris facta sunt. Franklinus uno materiæ electricæ conductore affluxu, globo abundè è terræ promptuario illam ipsi suppeditante omnia electrica phænomena exponere tentavit; suppetias ferente Beccaria, quos ferè omnes sequuti sunt qui de electricitate postea scripserunt Auctores. Nos expositis prius, quæ de electricitatis natura utriusque sententiæ propugnatores concedunt, in quam partem inclinemus deinceps indicabimus.

319 Prop. I. «Simillimum vero videtur, materiam electricam eandem esse, ac materiam lucis, et caloris, quarum virtute illuminamur, et in combustibilibus accensionem pro-

ducimus. Inductione assertio demonstratur. Nam igne electrico in tenebris excitato, circumstantia objecta distinguimus; nocturnis conruscationibus, quæ naturalis electricitatis effectus sunt, omnia collustrantur; ac ea, quæ ignis, quæ parte è luce componitur (261) præstat, ab electrico vapore obtineri, dubitat nemo. Accensionem, combustionem, calorem pariter ignem electricum producere, experimenta instituta demonstrant. Similiter notissimum est conflagrare vini spiritum, et gas inflammabile (164), et alia, si explosam è conductore scintillam recipiant: metalla etiam fundi, in calcem verti, et quæ huic operationi resistent in vitrum mutari, obtentum est ab explosionibus continuatis phialæ Batavicæ. Denuum calorem à vapore electrico induci negabant plerique inter quos Brissonus, qui volumen etiam ab eodem non augeri ab suis tentaminibus deducit. Morganus tamen, quod non potuit Brissonus, feliciter executus est, frequentibus scintillæ electricæ explosionibus collineando in ampullam thermometri, inter duos ligneos globos collocatam, quorum primus conductori adnexus, alter cum solo pavimenti communicabat; atque ita mercurium ad triginta gradus ascendere compulit.

320 Juvat plura alia congerere analogiæ capita, quæ inter ignem vulgarem et electricum intercedunt, ex quibus positionis veritas amplius elucidatur. Etenim naturalis ad æquilibrium proclivitas, per metallorum substantiam facillima præ quam in alia corpora diffusio; aut



etiam per hæc, si madefacta sint, major permeandi facultas, quam dum ipsa arida stiterint, à confricatione item per quam facilis excitatio, vires à resistentia auctæ, cet. proprietates sunt, quæ in igne vulgari et electrico nulla ambiguitate reperiuntur. Fatendum tamen, quasdam notari inter utrumque ignem differentias, quas ab eorundem diverso statu derivari, primum est statuere. Quod enim calor in corporibus accumulatus sensibiles edat suæ præsentis effectus, dum ignis electricus quantumvis magna quantitate in eadem substantia conclusus, nullum ostendat signum, ex quo ejus activitas dignoscatur; hoc, inquam, ab statu *combinationis* provenire potest, ut de calore *combinato* supra ostendimus (269). Calor tamen, inquires, lentè propagatur, ignis autem electricus velocissimè fertur. At in pulvere pyrio, aliisque accensionibus celerrimam ignis propagationem experimur; quod quidem à diverso in substantiis existendi modo procul dubio emanat. Quod autem ignis electricus aliis substantiis combinatus sit, ex odore sulphureo, aut phosphori urinæ simili, ac variationi colorum, quos dum penicilli evibrantur observamus, non incongruè deducimus.

321 Prop. II. «Expensis utrinque rationibus, quæ pro theoria frankliniana, ac nollethiana adducuntur, sententia Franklini nobis similior vero apparet; unde effluxum et affluxum, seu duos materiæ electricæ fluxus in sensu contrario sibi invicem occurrentes non admittimus.» Franklinus quidem è globo terrestri, qui,

omnibus fatentibus, promptuarium est vaporis electrici refertissimum, abundantem materiam suppeditari existimat; qua indesinenter conductor vi confricationis globi oneratur, ac deinde in circumstantia corpora transmittit, si cum ipso communicent; aut in aerem effundit, penicillo igneo emissionem ostendente. Hæc materia è corporibus illam recipientibus, si segregata à solo non sint medio corpore idioelectrico, quod transfusionem impediat, ad universale promptuarium regreditur; unde circulus quidam perficitur, quo fluxus electricus perenniter conservatur. En experimentum quo hypothesis probatur et illustratur. Si machina electrica ita disponatur, ut neque globus neque qui ipsum circumagit, cum terra communicent; postquam rotatione vaporem, quem continebat, in conductorem transtulit, hicque in alia transmisit, nullum amplius electricitatis signum obtineri neque à globo, neque à conductore potest. Quod quidem cælo maximè sudo fieri debet, ne aer humidus globo ignem electricum tamquam conductor è terra subministret. Verum si exhausto jam igne, catena è conductore ad terram demittatur; statim electricitatis signa comparent, modo tamen inverso, ita ut conductor ad globum ignem transmittat, hicque conductoris vicem gerat. Nimirum tunc electricitas per *excessum* in conductore, in globo autem per *defectum* invenitur, atque idcirco hic ordo invertitur. Idem eveniret si homo cum terra communicans digitum, clavem, aut cuspidem metallicam E, F (fig. 34) conductori

admoveat: tunc enim floccus valdè conspicuus è cuspide ad conductorem emittitur: mutatis autem vicibus conductori cuspidem aptando, ita ut contra se ipsum, qui illam antea ipsi opponebat, convertat, loco flocci stellula apparet, aut punetum lucidum, signum electricitatis per defectum in conductore.

322 Dices tamen. In tentamine hactenus exposito perspicuè apparent effluentis et affluentis materiæ vestigia: itaque Nolleti non Franklini hypothesis est præferenda. R. *disting. antec.* ad modum scholæ apparent simul effluentis et affluentis materiæ vestigia, *neg. ant.*; diversis temporibus *conc.* Atque id præcipuè observare oportet in experimentis, quæ pro Nolleti sententia adducuntur: hujusmodi affluxum et effluxum numquam simul occurrere, quod unum est inter utramque sententiam discrimen. Omnes quippe fatentur, electricitate per defectum existente in conductore, ad ipsum affluere materiam è circumstantibus corporibus, quæ in sphaera electricitatis propè accedant. Verum eo tempore nullus à conductore effluit electricus ignis versus eam plagam, è qua illum accipit, ut contendit Nolletus.

323 Insistit tamen ille, duplicem fluxum simultaneum sequenti experimento probare adnitens. Si circum conductorem A B (fig. 35) fila serica *f. f.* in modum radiorum adnectantur, circulusque ferreus CFF ut in prædicta figura concentricus statuatur, sericis filis pariter instructus, fila quidem conductoris materiæ effluentis signum erectione ostendunt; quæ au-

tem circulo appensa sunt, et oppositam directionem affectant, ignem affluentem luculenter exhibent. R. Hic duplicis electricitatis per excessum, et defectum signa apparent, ex quibus directionum oppositio derivatur. Ni simul ostendantur floccus, seu torrens materiæ et stellula in eodem puncto apparentes, quæ signa sunt effluentis et affluentis materiæ; cetera à prædicta inæqualitate densitatis electricæ provenire, jure sumere frankliniani possunt, quin falsi convincantur.

324 Contendit tamen Brissonus cum Nollet, stellulam, ac penicillum signum non esse materiæ ab uno ad alterum corpus affluentis: experimentum adducens flammulæ, candelæ, aut fumi ab stellula contra penicillum remissa; ut articulo 314 exposuimus; addensque odorem phosphoricum è corpore, in quo stella apparet, emitti: quare duplex effluvium ex prædicto phænomeno demonstrari arbitrantur. Respondent tamen, qui pro unico effluxu decernant, à ventulo excitato ab influente materia, quam penicillum indicat, sin corpus quod stellam ostendit, hanc flammulæ, aut fumi in diversas partes agitationem provenire: quoniam rarefactus aer à materia electrica exeunte, in vortices agitur, ob idque reactione ipsius hæc ventuli directio subsequitur in contrariam partem. Optandum tamen foret, ut hujusmodi tentamina ab solertibus viris instituerentur, nullo pro utraque parte præjudicio imbutis, ne, quod fieri solet, experimenta ad propriam sententiam stabiliendam, sed ad iudicium ab ex-

perimentis faciendum, capiantur.

325 Sequentia tamen quasi extra aleam posita statuit Beccaria. 1. Si nec machina, nec conductor separentur, nullum electricitatis signum obtinebitur. Quantum enim è machina mutuatur conductor, tantumdem in terram aut contigua corpora transmittit. 2. Si tam conductor, quam machina separata sint, hæc in alterum vaporem suum transfundit, adeoque ab eo signa electrica obtinentur. Exhausto tamen igne accepto, continuo cessant. Quod si machinæ admoveatur corpus *anelectricum* E aut F (fig. 34); dabit signa electrica, ab illis mutuando ignem, quo per *defectum* prius electrificata carebat, quem statim in conductorem transfundit: idcirco accedente manu, penicilli denuò comparebunt; cessaturi, si è machina corpora admota removeantur. 3. Machina tantum solitariè collocata, conductor, qui cum aliis corporibus communicat, nulla dabit signa electrica, ob æquilibritatem vaporis cum corporibus illi adnexis. Contra autem machina abundè hæc signa præstabit, à conductore mutuans electricitatem, quoniam ipsi comparata electrica *negativè* invenitur. Demum omnia versa vice notabuntur, si conductore separato, machina solo communicet, ut in experimentis capi solitis plerumque fit, conductor electricus per excessum, continenter electricitatis signa exhibebit.

326 Restat adhuc experimentum *phialæ Bataviæ*, aut *quadrati magici frankliniani* ad modum hujus auctoris explanare, nolletiana

explicatione haud prætermissa. Nonnulla in sententia unius effluvii ad hoc phænomenon exponendum præmittuntur. 1. Vitri electricitatem in ea parte, quæ perfricatur, tantummodo excitari. 2. Vitrum ex ea superficiei parte electricitatem amittere, cui corpus *anelectricum* admovetur, reliqua superficiei in pristino electricitatis gradu manente. 3. E duabus vitri superficiei alteram semper *positivè*, alteram *negativè* electricam fieri; numquam verò æquilibrium in ipsis reperiri. 4. Demum vitrum ab electrico igne nequaquam, certè difficillimè penetrari: quod nisi ita foret, phiala nullo modo posset onerari, quoniam vapor per vitrum irrupens in manum contingenter diffunderet. 5. Neque phiala Batavica, neque Franklini quadratum humore electrico onerantur, nisi altera superficiei cum solo communicante, altera etiam cum conductore communicet. Hinc explosio electrica non obtinetur, nisi si altera superficies cum altera communicet. 6. *Armatura* superficiei ad deferendam vel auferendam electricitatem ex omnibus superficiei *armatæ* partibus usu tantum venit. Quamobrem electricitas tum *positiva*, quum etiam *negativa* superficierum nullatenus *armaturæ*, at vitri superficiei adhæret, ut in quadrato frankliniano *armaturam* mobilem habentè, sub manu est observare. Hæc frankliniani, ex quibus flumen electricum oriri deducunt, quoniam interna phialæ capacitas, aut quadrati superficies ab igne electrico inibi accumulatum oneratur, ex quo sequitur explosio,

quando ignis adeo est addensatus, ut amplius coacervari nequeat, uti in quadrato; aut quando corpus communicatione electricum accedat ut in phiala. Tum enim magna vi pro ratione accumulatae materiae erumpit, atque ignis corpus *anelectricum* intimè penetrans, eos effectus producit, quos parvum fulmen edere potest.

327 Nolletus autem et vitrum ab igne electrico permeari, et ex utroque materiae electricae fluxu contrario hujusmodi effectus oriri contendit: ad hocque interno duorum torrentium igneorum conflictu succussionem illam internam in membris produci, quae vehementer hominis, ictum dantis, pectus, brachia etc. intrinsecus concutit. Brissonus candidè fatetur, difficiles admodum esse horum phaenomenorum explicatus, singulumque experimentum pro qualibet sententia exponit. Primum est pro Nolleti fluxibus. Nam si in codice chartae 12 aut 15 folia continente, tres stanni bracteas, unam in medio, atque hinc illinc duas alteras post primum, aut secundum folium collocaveris, si percussio electrica nimis vehemens non fuerit, stanni bracteas in extremitatibus codicis sitas invienes perforatas, dimidia intacta: quod signum est duplicis torrentis materiae hinc illinc codicem percutientis. Quodque mirandum magis est, foramina utriusque bracteae plerumque in eadem directione non sunt, at diversis directionibus incurrisse videntur. Pro frankliniana explosione ab una ad alteram superficiem phialae aut quadrati sequens experimentum adducitur. One-

rata phiala, ut moris est, ceræ obsignatoriæ bacillo uncus, quo, ex conductore appenditur, sublevetur, atque ad recipientem machinæ pneumaticæ transferatur. Vacuo facto, ignis electricus in phiala contentus, per os vasis diffunditur, atque ad externam *armaturam* parvis jactibus partim curvatur. Quod si superficies exterior phialæ oneretur igne electrico, atque ut prius in machina boyleana experimentum instauretur, vapor ab externa superficie ad internam phialæ capacitatem eodem modo deferatur, quin ullum duplicis fluxus signum appareat. Atque hinc est, quod perforatio illa bractearum stanni, modò exposita, ab his jactibus, quorum directiones diversæ sint, quoquo modo explicentur à theoriæ franklinianæ assertoribus. Rem in medio relinquimus, etiamsi propensiores in Franklini sententiam vjdeamur.

328 Schol. Percussionem electricam, qualem à phiala Batavica experimur, ab anguillis Surinamensibus haberi, refert Josephus Polius, cujus verba ex italo in latinum serinonem translata dabo. Surinami in America meridionali, quæ urbs præcipua in Batavorum colonia habetur, anguilla quædam pergrandis reperitur, *Gymnotus electricus* à Linnæo dicta, ob virtutem in ipsa residentem. «Londini anno 1778 unam ex his observavi, quæ ex pluribus à D. Valhs ex America transvectis, tantum superstes erat.... Ejus longitudo ad duos pedes cum dimidio porrigebatur. Statim ac quivis manus in aquam, ubi alebatur, immergebat; accurrebat illa, ut manus tangeret, ex quo



vehemens concussio in toto corpore oriebatur. Quod si plures, ut in conductore electrico disponi solent, manibus se comprehendentes, quamdam veluti catenam formarent, ac primus et ultimus manus in aquam immersissent, accurrebat anguilla caput uni, alteri caudam adjungens, ex quo in omnes, etiamsi ad 30 modo dicto disponderentur, vehementissimam succussionem inducebat: quod pariter præstabat, quando manibus apprehensas virgas metallicas adhibebant, in aquam infundendo earum extremitates. Pariter si virga metallica ipsi oponeretur, in qua parva quædam incisio in superficie cultro facta, conductorem quodammodo interromperet, ab uno ad alterum incisionis marginem vivida ignis scintilla evibrabatur: quod signum indubium est, hujusmodi effectus ab electricitate pendere. Ac velut fulmine phialæ Bataviæ animalcula experiendi causa occidimus, sic anguilla pisciculos vivos, ad ejus nutrimentum immissos, attactu prius occisos deglutiebat.»

329 «Ceterum quod mirandum magis in hoc reptili occurrit, est, numquam ipsum ad duas extremitates accedere, si conductor, seu homines manibus invicem comprehensi, catenationem aliqua parte dissolvant, unde ictum transmittere nequeat. Tentavi sæpius id ipsum experiri, ne casu semel aut iterum eveniret; eo quod mihi prorsus in incredibile, ac fabulis arcensendum videretur. Constantissimè tamen idem semper evenire periculo facto, edoctus fui. Nam duabus præloq-

gis ferreis virgis, quamque cuique manui aptando, quin ab anguilla conspici possem, accessi earumque extremitates in aquam immer- si, ut conductoris ab uno ad alterum extremum vices gererent. Simul ac anguilla attactum aquæ sentiebat, continuò ad virgarum extremitates accurrebat, ut concussionem transmitteret: quod si antequam ad eas perveniret, unam è manu dimissem, recedebat; statim regressu- ra, si iterum arriperem. Si loco hominis tubus vitreus, aut ex cera obsignatoria baculus utram- que virgam connecteret; numquam evenit, ut animal accederet electricam suam vim in virgas transfusurum. Hactenus laudatus Poli. In tor- pedine pisce notissimum est, à contactu tor- pore quemdam induci, si altera manu dor- sum; altera ejus ventrem quis attrectaverit. Idem diversi auctores de aliis animalibus aquati- cis memorant. De quodam pisce, quem incolæ *Puraque* vocant, in Amazonum flumine Conda- minus, ac Brissonetus de *Siluro electrico* à na- turalis historiæ cultoribus dicto, necnon de parvo piscicula 7 poll. longo in insula *Johanna* à Peterson Anglo detecto, in Transactionibus philosophicis anno 1786 memoratur, qui ve- hementem succusionem electricam illius phia- læ Batavicæ graviter oneratæ non dissimilem transmittunt. Sed hæc quasi in parvis ludens edit natura, majora electricitatis phænomena ad cælum transtulit.

Igni corusco nubila dividens...

Quo bruta tellus, et vaga flumina

Quo Styx, et invisi horrida Tænari

:

Sedes, Atlanteusque finis

Concutitur.... *Hor. lib. I. Ode 35.*

## §. IV.

*De Electricitate atmosphærica.*

33a Telluris globum promptuarium esse inexhaustum materiæ electricæ, ex his quæ hactenus exposuimus, luculentissimè deducitur: quemadmodum etiam aerem corpus esse *idioelectricum*, constanter resistens propagationi ignis electrici, ab experimentis in machina captis compertum habemus. Quod si aer humidus fuerit, naturam mutat, et conductoris vices gerit, per quem ignis electricus facillimè permeat, ac per atmosphæram abundè propagatur. Id etiam in electricitatè artificiali compertum, funes cannabinos madefactos apprimè electricitatè transmittere, quam benè sicci ne recipiunt quidem. Atque inde oritur phænomenon constater observatum in experimentis electricis capiendis, humente cœlo vix debiles effectus electricitatis obtineri: aere verò maximè sudo, optimè electricitatè procedere. Nam humida tempestate globuli aquei, per totam circumjacentem atmosphæram sese contingentes, conductoris vices gerunt, per quos vapor electricus è terra profluens, continenter avolat ac dissipatur facillimè. Sudo autem cœlo, ignis è terra diffluens, ut *idioelectricorum* natura fert, ab aere minimè recipitur, atque adeò omnia corpora *insulata* reperiuntur (308): undè

igne electrico complentur, et conductoris *insulati* vices gerunt.

331 Corol. 1. Itaque serena tempestate; quum aer globum terrestrem circumdans, siccus planè sit, transmissio ignis electrici parum procedit per atmosphæram; ob idque per circumstantia corpora abundè propagatur. Humente autem aere, ignis è terra profluens, per globulos aqueos tanquam per conductores ad superiora conscendit, ubi aerem nactus sicciorem retinetur, atque *insulatur*, adeò ut parvis magna componentes, ad modum phialæ Bataviæ concipere possimus, in nubibus ignem coacervari, ab aere *idioelectrico* undique retentum. Enimvero si in phiala, quæ ne pedem cubicum spatii complectitur, ignis electricus adeo condensari solet, ut inde erumpens coruscationem, fragorem, ac stragem edat, parva animalia interimens; quid fiet, dum in nube tot millia pedum cubicorum amplexa, abundè congeritur electricus ignis, ac deinde exploditur?

332 Corol. 2. Nam, ut in electricitate artificiali observavimus, ignis electricus ad æquilibrium tendit (313); quare si, vapore in nube coacervato, corpus *per defectum* electricum (310) propè nubem accedat, quo atmosphæra electricitatis extenditur, perinde eveniet, ac dum phialæ Bataviæ digitus, aut corpus admovetur; explosio nimirum subsequetur, quæ eo validiores edet effectus, quo vapor electricus majore copia in nube coacervatus inveniat. Nam

.....maturum tum quasi fulmen

Perscindit subito nubem, ferturque coruscis  
Omnia luminibus lustrans loca percitus ardor;  
Quem gravis insequitur sonitus displosa repente  
Opprimere, ut cœli videantur templa supernè.

*Lucr. lib. 6, v. 281.*

333 Corol. 3. Hinc si fieri aliquo modo posset, ut nubi admooveretur corpus *anelectricum*, quod silenter igne electrico eam exoneraret, per ipsum tamquam conductorem telluri restituendo, quod ab ipsa prius acceperat; haud dubium, quin nubes stragem tunc nullam eederent. Ceterum ab experimentis habemus cuspides metallicas potentissimè attrahere ad se vim electricam, quam nulla explosione imbibunt, atque in alia corpora transmittunt (314). Quare si eo perveniat, ut nubibus huiusmodi cuspides opponantur, quæ dum supra nos transeunt, ab ipsis derivent ignem conceptum, ut in terram ipsum transmittant; procul dubio nubes exonerabuntur noxio vapore, quin «possint ictu discludere turres, disturbare domos, avellere tigna, trabesque, et monumenta virum demoliri, atque ciere, exanimare homines, pecudes prosternere passim.»

334 Schol. Eo, quo nos diduximus filo, theoriâ præcedentem videtur derivasse Franklinus (317), qui anno 1752 proposuit tentamen *conductorum* in turribus templorum, aut ædificiorum sublimium, quod eventus *Mallicensis* in Gallia eodem anno 1752 confirmavit, ut refert Plucheus, ac plures alii. Nam

quum in oppido Marly-le-Ville conductor ferreus ad modum Franklini in cuspidem desinens fuisset collocatus, ad eminentem altitudinem in planitie *Maliacensi* provectus, die 10 Maji prædicti anni nubes loco imminentes ac horrendam à coruscatione, ac tonitru stragem minitantes, conductori ignem electricum, quo gravidæ ferebantur, communicarunt, in quo signa conspicua electricitatis apparuerunt, quæ etiam illius Ecclesiæ Parochus, filo cupreo conductorem attingens, in se derivavit, ex quo et odor sulphureus, et signum percussions in eo remanserunt. Millies postea hujusmodi tentamina repetita sunt, atque exitus plerumque confirmavit, non inutiliter hujusmodi conductores franklinianos adhiberi, ut scitè exponit Toaldus in opere singulari de hoc themate edito: ubi omnia, quæ ad cautiones necessarias, ut conductores ritè collocentur, aut tentamina capiantur, fusè exponit, ac dilucidat.

335 Corol. 4. Quod si conductor *insulatus* non sit, sed fluxus continuus materiæ electricæ è globo ad conductorem, atque ab hoc in terram statuatur; effectus electrici locum amplius non habebunt (325). En itaque cur humente cælo à nebula, aut à nubibus ultrò, citròque æqualiter diffusis, effectus electrici, ut fulmina, tonitrua, fulgura plerumque non observentur. Tunc enim fluxus non interruptus materiæ electricæ è globo in atmosphæram, atque ex hac in globum prono alveo descendit: unde nullibi coacervatus ignis electricus, sed undique æquabiliter diffusus, placidè omni-

nia permeat, quin violenter ad æquilibrium restituendum in subiecta corpora irrumpat. Contra omnia eveniunt dum nubes segregatæ per atmosphæram vagantur: nam tunc quasi *phiala*, aut *quadratum* supra memorata, acceptam materiam retinent electricam, postea exoneraturæ in occurrentes, aut subjectas alias nubes, montes, turres, ædificiorum culmina, arbores proceras etc., ut passim æstivo tempore evenire experimur.

336 Schol. At dubitatum fuit, an fulmina quæ plerumque modo exposito è nubibus in terram feruntur, ex hac etiam in atmosphæram exploderentur. Mahon quidem existimat, quo tempore ab extremitate nubium in subiectam, aut vicinam regionem fulmen disploditur, ex altera parte etiam longè distante ictum contrarium, ut in *phiala* Batavica, aut anguilla Surinamensi (328) in corpora intermedia dirigi. Pluribus observationibus id comprobari videtur. Eodem fulminis ictu homines, pecudes, aliaque invicem remotissima de cœlo tacta fuisse, pluries observatum fuit. Nonnumquam etiam personæ à fulmine exanimatæ, diligenti indagine in ipsorum corpore facta, omnia membra illæsa reperta sunt, soleis tantum calceamentorum disruptis, qua ictus penetraverat, inventis. Audivi à viro fide digno, in *Civitate Regali*, quæ urbs Provinciæ *Chiapensis* in America septentrionali metropolis est, Religiosum quemdam virum ex Ordine Beatæ Mariæ de Mercede, quum mulæ insideret, atque cum aliis ad portam mercatoris cujusdam ad-

stantibus confabularetur, cœlo sereno, fulmine tactum, cujus vestigia in ventre mulæ cui insidebat disrupto, reperta sunt, explosione etiam à circumstantibus audita. Hujusmodi funesta documenta ab experimento art. 327 tradito, in foliis metallicis extremitates occupantibus, intacto medio, non multum abludunt. Posset enim fieri, ut utrobique eadem esset causa, quæ in magnis æquè, ac in parvis luderet; quin ad duplicem Nolleti fluxum recurrere opus esset.

337 Demum peculiaris convenientia inter ignem electricum artificialem et atmosphæricum à magneticis effectibus ab utroque æquè inductis, planè deducitur. Observatum quippe est conductores electricos, semel ac ignis eos invasit, magneticam virtutem concipere, perinde ac si magnete, ut fieri solet, fricarentur: quod etiam à scintilla electrica è phiala Batavica in cuspides, aut acus, nondum virtute magnetica donatas, obtineri compertum fuit. Nam si explosioni scintillæ acum nauticam horizontaliter antequam magnete tangatur, exponas, ita ut ab una ad alteram extremitatem eam ignis pervadat, constanter postea septemtrionem versus convertitur. Quod si denuò extremitatem alteram, quæ scintillæ exposita non fuit, ipsi objicias; quæ prius boream respiciebat, ad meridiem constanter vertitur, quemadmodum etiam ab electricitate naturali *polaritatem*, ut ajunt, sæpius commutatam fuisse in ferro magnetico, observationes habitæ testantur.

338 Schol. Magno æstu apud Physicos et



Medicos, ut fieri solet in rebus novis, ferebatur, electricitatem universale fore remedium in Medicina, quo penè omnes morbi ab hominum genere depellerentur. Re tamen benè perpensa, post plura tentamina à peritis medicis facta, ad eos tantum morbos electricitatem valere compertum fuit, qui ab humorum condensatione originem ducerent, ut sunt paralysis, humores rheumatici, obstructiones lymphaticæ etc., quæ ab ignis electrici circulatione per intimos organorum canales attenuantur, ac dissolvuntur. Experientia enim notum est, ab electrizatione transpirationem promoveri, plantarum vegetationem accelerari, sæpissimè etiam pulsationes suas frequentius peragere; quod nisi ab interna machinæ animalis, aut vegetabilis concussionem fieri non potest, è qua humorum renitentium laxatio obtineri debet, quibus solutis, pars corporis malè affecta, pristinae sanitati restituatur oportet.

---

# APPENDIX

## DE ELECTROPHORO ET ELECTROMETRO.

---

**N**on ita pridem cujusdam machinæ electricæ minoris inventum in lucem prodiit ab illustri Physicæ experimentalis in Universitate Papiensi professore, jam antea honoris causa nominato, Josepho Volta. *Electrophorum* huic machinæ nomen est inditum, cujus prima rudimenta jam ab anno 1762 Wilekius in Suecia creditur edidisse. Est autem *electrophorum* circulus ferreus labro protectus, ut operculum thecæ tabacho servando destinatæ esse solet; ejus diameter ad libitum protendi aut minui potest. Interna ejus capacitas sulphure, aut colophonio liquato impletur, ita ut discum solidum referat, postquam impletum est. Circulus alter ferreus minoris diametri præparatur, qui *armatus* sit oportet minore altero circulo ex stanni folio ad modum quadrati franklianiani: et qui filis sericis, aut manubrio ex materia *anelectrica* suspendi queat, sive, ut ajunt, *insulari*. Ex quo licet conjectare, discum inferiorem vices gerere globi crystallini in machina majore rotantis, et superiorem ferreum circulum *conductoris insulati*, quem moris est in machinis usualibus appendere. Excitatio autem fluidi electrici, quæ in majore machina frica-

tione pulvini ope rotationis obtinetur, hic pelle leporis, cati, aut pauno laneo; si hæc ad manum non sint, fricando planum resinosum pariter habetur.

Jam confricato inferiore disco, ac supra ipsum conductore imposito, nullum electricitatis signum ostendunt ambæ superficies machinæ et conductoris: at si pollice inferior machinæ, indice superior conductoris superficies, antequam separentur, contingantur; posteaque-serieis filis suspendatur nonnihil ferreus circulus, qui conductoris vices gerit, scintillam projicit digito provocatam, ut phiala leydensis onerata facere consuevit: quæ quidem explosio toties obtinebitur, quoties attactus conductoris et machinæ repetatur. Hac scintilla onerari possunt phialæ leydenses, ac *pistola* electrica Voltæ explodi, ut suo loco de scintilla è majoris machinæ conductore elicitæ fieri monuimus. Mirandum tamen est, conductorem sericis filis è machinula separatum, nullum electricitatis signum dare, si digitis modo supradicto utraque superficies non contingatur.

Plura de hac nova machina ingeniosè scripta sunt præcipuè ab Ingenhoustz, quæ in Transactionibus philosophicis legere licet. Satis sit hic breviter innuere, utrumque planum tam machinæ quam conductoris electricitate pollere; quæ tamen electricitas in diverso statu in utroque reperitur: ita ut si planum inferius seu machinulæ electricitate negativa polleat, planum conductoris obtinebit electricitatem

positivam, et contra: quod quidem ab iteratis experimentis constare videtur. Unum tantum innuere sufficiat, quod rem maximè conficere videtur. Si duæ phialæ ad modum *Batavicae* phialæ *armatæ*, et conductoribus in cuspidem desinentibus instructæ, scintilla ex plano inferiore seu machinæ educta altera, altera ex plano superiore seu conductoris onerentur, ut fluidum electricum in utraque discerni possit, hæc observare licebit. In prima phiala, scintilla educta ex plano inferiore seu ex machina onerata, stellula supra conductoris cuspidem conspicitur; quod quidem electricitatis *negativæ* signum esse supra monuimus. In altera, scintilla è conductore proveniente onusta, penicillum effluere notatur, *positivæ* electricitatis signum. Quod quidem ut obtineatur, phialæ insulatæ esse non debent.

Verum si adhuc aliquod superest dubium diversi electricitatis status in Electrophori partibus, altero hoc experimento in phialis prædictis capto, planè dilucidabitur. Oneratis, ut modò diximus, phialis, cuspidati utriusque conductores invicem approximentur, ut scintilla educi possit; fietque valida explosio scintillæ, phialis exoneratis manentibus post explosionem, quod obtineri non posse, si in electricitatis statu æquali utraque fuisset, ex dictis capite præced. perspicuum est.

Quod si electricitatis status in *Electrophori* partibus mutare placeat, positivam electri in strato inferiore excitando, negativam in superiore seu conductore, fricare oportet planum

sulphureum seu resinosum panno intrito amalgamate ex mercurio et stanno confecto: tuncque planum inferius *positivæ*, superius *negativæ* electricitatis signa ostendunt, ut *electrometro* admoto experiri licet.

Porro *Electrometrum* est instrumentum ad electricitatis gradus investigandos inventum, quod multiplici modo confici potest, ut in lexicis physicis exponitur. Commodior ac simplicior electrometri species est, duplex globulus è medulla sambuci ad ciceris aut nisi magnitudinem, è filo serico pendens, ut *insulatus* sit. Possunt etiam fila linea aut cannabina adhiberi, è virga aut cylindro è materia *anelectrica* confecto, ut vitrum est: aduito semicirculo gradibus notato, è cujus centro fila pendeant. Jam si *electrometrum* machinæ aut corpori electrizzato admoveatur, ex elevatione fili aut globuli sambucei cognoscetur, quot gradibus electricitatis corpus polleat: aut si duo invicem conferantur corpora electricitate vigentia, è majore elevatione fili aut globuli, quodnam ex illis majore vi polleat, statim dignoscetur.

---

# APPENDIX

## DE ELECTRICITATE ANIMALI.

---

**C**elebre est in præsentiarum Aloysii Galvanii, nobilis medici Bononiensis, de electricitate animali inventum, à quo plura naturæ arcana, etiamnum physicis ac medicis prorsus recondita, feliciter explicantur, aditusque patefit, penitiora alia, abstrusaque machinæ animalis mysteria ulteriore indagatione in lucem proferendi. Ut autem plura, quæ tom. septimo Comment. Accademiæ Scient. Bonon. à pag. 963 in suo *Comment. de viribus electricitatis in motu musculari*, aliisque duobus opusculis italicè de hoc argumento editis, exponit Galvanus, paucis more nostro comprehendamus, ad tria capita, quæ hactenus inventa sunt, redigemus. Atque in primo quidem ea, quæ ab electricitate artificiali petuntur; in altero autem, quæ ab electricitate atmosphærica experta sunt, ac demum quæ ab ipsius animalis electricitatis sine machinæ artificio, quum etiam atmosphæricis phænomenis minimè comparentibus, deducuntur, exponemus.

## §. I.

*De Electricitate artificiali in motu musculari.*

Si excoriatæ, ac dissectæ ranæ membra constituentur in tabula propè machinam electricam, quo tempore hæc rotatur, scalpelloque crurales ranæ nervos quis contingat, quando è conductore educitur scintilla, continuo omnes artuum muscoli contrahuntur, ac vehementes edunt convulsiones; quod tamen minimè observatur, si scalpelli aut cultri vice materia idioelectrica ad concutiendos nervos adhibeatur. Ex quo planum fit, deferens corpus requiri ad electricitatem artificialem è machina ad nervos deferendam. Idem effectus etiam obtinetur, etiamsi longè à machina electrica rana collocetur, dummodò medio aliquo conductore, seu corpore deferente, puta filo ferreo, cum ipsa communicet; sive *insulatus*, quod ajunt, talis conductor fuerit, sive cum aliis corporibus conjunctus, maximè si ranarum pedibus corpus deferens ad terram usque protensum appendatur, aut digitis ranæ membra contrectentur. Quæ quidem omnia æquè procedunt sive nervis, sive musculis hujusmodi deferentia corpora applicentur: majore tamen vi in nervis, quam in musculis phænomena eduntur. Quod si applicato musculis conductore, conductor nervorum cōhibente, seu idioelectrica materia intercipiatur, aut ipsius partes disjungantur, educta scintilla nullæ ob-

servantur nervorum contractiones: materia videlicet electrica minimè ad nervos permeante ob corporis idioelectrici interpositionem ipsam cohibentis. Quod pariter in musculis obtinet, si nervis conductore instructis, musculorum conductor materia idioelectricà intercipiatur, aut conductoris partes quoquo modo invicem separentur.

Idem tentamen institutum fuit, præparatum animal in cohibente plano, puta vitreo, collocando, quin nervorum conductor ipsos, aut spinalem medullam contingeret, sed aliquot lineas, aut pollices etiam disjungerentur: contractiones nihilominus edebantur, quod pariter accidit, artubus in deferente plano, nervis in cohibente collocatis, vel his ipsis nervis digitis in altum suspensis, brevi vel longo conductore adhibitis, atque idcirco animali propè aut procul à machina existente. Penitus autem cessabant contractiones, dum nervi, eorumque conductor juncti in deferente plano statuerentur. Neque phaenomenis edendis ullam moram iniecit obductio superficiei conductoris cera, aut materia alia cohibente, extremitatibus tamen exceptis; unde liquit, electricum fluidum conductorum substantiam intimè permeare.

His in positiva electricitate inventis, ad negativam pariter tentandam laudatus Galvanus processit. Itaque primò electricam machinam, et eum, qui ipsam versabat, *insulavit*. Hic manu tenebat ferreum cylindrum, cui raras suis conductoribus instructas, plano tamen vitreo jacentes, ne quid à vicinis corporibus electri-



citatis mutuarentur, appropinquabat. Tunc qui machinam volvebat, ferreo cylindro e vicinis corporibus scintillam extorquebat, quo etiam tempore convulsiones in ranis edebantur. Quod pariter in *leydensi* phiala tentatum, eadem phaenomena exhibuit, perinde atque in machina experta fuerant. Necnon in superficie quadrati magici frankliniani collocata rana, eodem electricitate confluenta, atque ex inferiore superficie educta scintilla, contractiones pariter ostensæ fuerunt, sive rotante machina, quo tempore numquam observari desierunt, sive quiescente statim a quiete, minime verò post diuturnum tempus. Necnon ad animalia viventia suam extendit seductatē industrius Galvanus, crurali membro in femore dissecto experimentis subjecto; in quo perinde atque in ranis mortuis, minores tamen prodierunt contractiones: quod quidem animalis viventis resistentiæ huiusmodi molestum motum confitentis, tribui posset; quoniam in jucundam sensationem ab his motionibus electricis generari, omnibus notum est. Quæ omnia in animalibus sanguine calidi, ut pulli atque oves existunt, tentata, æque ac in sanguine frigidi, ut ranae sunt, nullo discrimine prodierunt.

At verò, verba sunt Galvani, nonnulla in hoc experimentorum genere, sive in calidis sive in frigidis animalibus sunt animadvertenda. Alterum, præparata animalia eo esse ad phaenomena aptiora, quo proVectiore sunt ætate: item quo magis albi eorum muscoli, et sanguine beneficiunt. Atque hinc forte musculares contractio-

nes promptius et facilius excitantur in frigidis, quam in calidis animalibus: habent enim illa præ istis sanguinem dilutiorem, difficilius con- crescentem, atque à musculis propterea longè facilius defluentem. Alterum verò, præparata animalia, in quibus hæc electricitatis pericula capta fuerunt, longè citius corrumpi et putres- cere, quam illa, quæ nullam electricitatis vim passa fuerunt. Postremo enarrata hactenus phæ- nomena contingere quidem, si fuerint more debito animalia ad experimentum præparata, secus verò deficere. Si enim conductores non dissectæ spinali medullæ, aut nervis, sed vel oerebro, vel musculis apponantur, aut etiam insigantur; vel si nervorum conductores ad musculos usque protrahantur; vel si nervi à circumpositis partibus minimè sejungantur; contractiones vel nullæ, vel admodum exiguæ sunt. Pleraque enim, quæ ex periculis hactenus expositis detecta sunt, huic præparandi, ac se- jungendi nervos artificio accepta referuntur.

## §. III.

*De Electricitate atmospherica.*

Priorum erat suspicari, eadem phænomena, quæ ab electricitate artificiali edebantur, à nat- urali etiam seu atmospherica productum iri: quare ut intentum obtineret sedulus expetor Galvanus, prælongum filum ferreum in edi- tiore loco domus suspendit, atque *insulavit*, ut tempestate in coelo cœcta, præparatas ranas, aut calidorum animalium crura è nervis ad

ipsum appenderet. Alium etiam conductorem seu filum ferreum eorundem pedibus addidit, illudque longissimum, ut ad inferni putei aquas usque descenderet, ipsisque immergeretur, quemadmodum in conductoribus ad arcendas tempestates fieri solet. Res autem ex voto, perinde atque in artificiali electricitate, omnino cessit. Quoties nempe erumpebant fulgura, toties eodem temporis momento rausculi omnes in vehementes multiplicesque incidebant contractiones; ita ut quemadmodum fulgurum splendor et lux solent, sic musculares eorum animalium motus contractionesque tonitruis praeirent, ac de iisdem veluti commonescerent. Quinimo tantus fuit phaenomenorum consensus, ut contractiones contingerent, tum nullo addito conductore, quum etiam altero nervorum minimè *insulato*; eademque licuit observare, conductore in humilioribus locis collocato; ac potissimum si magna fuissent fulgura, aut è nubibus experimentorum loco propioribus erumperent, aut etiam si quis filum ferreum manibus tenuisset, quo tempore eadem fulgura jacerentur.

Phaenomenon autem edebatur, sive animal liberò aeri pateret, sive fuisset in apto vase inclusum, aut intra cubiculum detentum. Contingebant pariter etsi nervorum conductor nonnihil à nervis ipsis distaret; fulguribus potissimum, aut vehementioribus, aut propinquioribus existentibus: quemadmodum in machina electrica observari solent, scintillis aut fortioribus, aut propius ab animali extortis. Animadversione

tamen dignum fuit, quod non una tantum musculorum contractione in fulgore, ut in extractione scintillæ fieri solet, res absolveretur omnis, sed pluribus sibi mutuò uno veluti temporis momento succedentibus, quarum numerus fragorum quasi numero, quos edere tonitruum consuevit, respondere videbatur. Neque fulguribus modò coruscantibus, sed etiam sæviente cœlo, nubibusque propè elatos nervorum conductores transeuntibus, quasi spontè oboriebantur. Quod quum contingeret, et electrometra haud levia promebant electricitatis indicia, et scintillæ non rarò poterant extorqueri ab ipsismet in altum elatis conductoribus. Secus autem contingebat, quum per ejaculata fulgura contractiones obtinerentur; tunc enim scintillæ fermè eliciebantur nullæ, et exquisitiora electrometra vix ullam movebant de electricitate suspicionem. Quæ quidem omnia in animalibus vivis etiam tentata, eodem pariter successu obtenta fuerunt, perinde atque in mortuis edebantur. Mirandum tamen est, à diurnis ac serotinis æstivis coruscationibus nullas obtineri potuisse hujusmodi contractiones; quod non leve indicium est, ut supra jam monuimus, æstivas accensiones aeris aliam ab electricitate causam habere.

#### §. IV.

*De viribus electricitatis animalis in motu muscolari.*

Longum esset omnia exponere, quæ de electricitate animali minutissimis experimentis

tentata, quoque filo deducta sunt à solertissimo viro Galvanio, ut ipse in Commentario supra citato luculenter exponit, quorumque præcipua humanissime coram me iteravit, manum præbente ipsius nepote Aldinio, in re physica peritissimo, atque Instituti Scient. Bon. publico professore, ut suum de animalis electricitatis circuitu inventum ostenderet, et confirmaret. Quare ea tantummodo, quæ rem maximè conficiunt, more nostro cursim attingemus, quin strenui Voltæ in medium proferamus objectiones contra Galvanium; cujus systema, quum primum amplexus fuisset, ac laudibus ipse Volta cumulasset, deinde ipsum hostiliter aggressus, electricitatem à metallis, animalium nervos aut musculos vel *armantibus*, vel arcum seu conductorem efficientibus, sumi debere contendit. Tot enim à Galvanio tum experimentis, quum rationibus Voltæ opinio impetita est in postremo opere, anno 1797 italicè edito, *Memo-ria* seu opusculo primo et secundo, ut nullus jam ambigendi locus supersit, in corpore animali, ac præcipuè in musculis electricitatem veluti in leydensi phiala accumulari, è quibus excursus quidam per nervos tamquam per conductores fit, ut ad musculos, veluti ad propriam sedem electricitas iterum restituatur. Enimvero quum indoles propria electricitatis ea semper inventa fuerit, ut excursus materiæ electricæ à parte *positive* ad *negative* electricam fiat, atque à fibris muscularibus per nervos ad eundem musculum in electricitate animali circuitus luculentissime ostensus à Galvanio sit;

planum est in fibris muscularibus, ut in leyden-  
si phiala, aut quadrato frankliniano in diverso  
utroque statu electricitatem contineri. Quod  
quidem à diversis tunicis, quibus muscoli com-  
ponuntur provenire posse, suspicatur Galva-  
nius: quum ex materia gummosa ac nervea mus-  
culi coagmententur, atque idcirco per exces-  
sum in altera, in altera per defectum con-  
tineri queat, ut circuitus ejusmodi juxta elec-  
tricitatis indolem perficiatur. Ex quo spontè  
descendit, nervos esse peculiare animalis e-  
lectricitatis conductores à natura ad hoc mu-  
nus destinatos; quippe qui ab extremitatibus  
in intimam fibræ muscularis substantiam sese  
insinuant, ubi sedes propria animalis electri-  
citatís collocata esse videtur.

Ut autem hujus inventi origo melius per-  
cipiatur, ipsius auctoris verbis rem exponam,  
quoniam ex primo hoc tentamine reliqua ve-  
luti spontè fluere videntur, et quisque proprio  
 Marte plurima alia tentare potest, quæ ad eam-  
dem veritatem vel confirmandam vel illustran-  
dam manuducant. Dum ipse, inquit lauda-  
tus Galvanus, una manu præparatam ranam  
per uncum ferreum spinali medullæ infixum te-  
nerem, idque agerem, ut pedibus in argentea  
insisteret capsula, altera verò manu ejusdem  
capsulæ planum, cui pedibus rana incumbibat,  
aut ejusdem latera corpore aliquo metallico  
percuterem, præter spem ranam vidi in con-  
tractiones haud leves incidere, et quidem to-  
ties, quoties eodem uterer artificii genere. His  
conspectis, Rialpum rogavi, hispanum virum

doctissimum olim Soc. Jesu socium..... ut ipse adjutricem manum præberet, ranamque, ut ipse antea feceram, teneret, dum ego capsulam iterum percuterem.... at præter expectationem contractiones defecerunt: experimentum continuò ut antea atque solus institui, statim redierunt.

Hoc sanè me movit, ut ipse una manu animal, ut antea tenerem, altera Rialpi manum eumque rogarem, ut ipse altera manu capsulam vel contingeret vel percuteret, quo electricæ catenæ species veluti quædam constitueretur: idem statim contractionum phænomenon non sine nostrâ voluptate, atque admiratione contigit, quod iterum deficiebat, si manus dispungerentur; apparebat iterum, si manus denudò conjungeremus. Deinde volumus, ut per intermedium aliquod corpus, modò cohibens cylindrum nempe vitreum, modò deferens cylindrum scilicet metallicum Rialpus et ipse catenam constitueremus. Periculo autem facto, non sine voluptate vidimus, phænomenon adhibito metallico cylindro prodire, adhibito autem vitreo omninò desinere; frustra aut attingi, aut gravioribus ictibus, deferentis corporis capsulam percuti: ut compertum propterea nos habere putaremus, electricitatem hujusmodi contractiones excitare, quacumque demum id fieret ratione.

Verum ut rem in aperto magis ponerem, opportunissimum mihi visum fuit, ranam super cohibens planum, vitreum scilicet aut resinosum collocare: tum arcum modò deferentem, modò vel totum vel aliqua saltem ex par-

te cohibentem adhibere ; ejus extremitatem imam unco spinæ (*dorsali*) infixo, alteram aut crurum musculis, aut pedibus apponere Periculo autem facto vidimus, deferente adhibito arcu contractiones perfici, deficere verò penitus, adhibito arcu partim deferente, partim cohibente. Arcus deferens ex filo ferreo erat, uncus verò ex filo æreo..... Illud autem nolimus prætermittere ad arcus facultatem, ac penè dixerim necessitatem in hujusmodi muscularibus contractionibus demonstrandam quam maximè accomodatum; easdem scilicet obtineri, et hand rarò clarius promptiusque, non uno tantum, sed duobus quoque arcubus ea ratione dispositis, ut unius arcus extremitas una musculis, alterius arcus extremitas una nervis admoveatur, duæ reliquæ ad mutuos contactus adducantur, aut perfricentur.

Sed illud præterea admiratione dignum contigit observare, variam ac multiplicem metallicam substantiam, quum ad obtinendas, tum ad augendas musculares contractiones multum posse, et quidem longè magis quam una eademque metallica substantia. Ita ex. gr. si arcus totus ferreus fuerit, aut ferreus uncus, et ferretum item planum deferens, sæpè sæpius aut deficient contractiones, aut erunt perexiguæ. Si verò eorum alterum ferreum, ex. gr. fuerit, æreum alterum, multò magis si argenteum (quod præ ceteris metallis ad deferendum electricitatem inventum est magis idoneum), contractiones continuè et longè majores, et longè diutius prodibant. Idem contingit una eademque cohi-



bentis plani superficie duobus ab invicem disjunctis locis, folio pariter metallico, sed dissimili obducta, ut scilicet uno in loco stanni folium adhibeas, in altero auricalchi; contractiones ut plurimum longè majores contingunt, quam si uno eodemque metallo ac folio, argenteo licet, fuerit uterque locus obductus seu *armatus.*

Ex hactenus expositis deducit laudatus auctor, quod jam ab aliis, teste Sartis in Psychologia, conjectando magis quam physicis rationibus insistendo, assertum fuerat; fluidum videlicet nerveum, quod motus musculares inducere credebatur, esse verum ignem electricum in machina animali residentem, qui omnia illa præstet, quæ ad motus tum necessarios, quum etiam liberos à fluido nerveo exigi à physicis antea jubebatur. Quum autem ex natura electricitatis excursus fluidi electrici haberi nequeat, nisi ad æquilibrium reparandum, seu inter diversos electricitatis status, ut in phiala leydensi, aut quadrato magico evenire supra ostensum manet; pronum est deducere in musculis ac nervis in utroque statu, positivæ scilicet ac negativæ electricitatis eandem contineri.

Ut autem secretum hoc, quo scilicet loco in statu positivo, quove in negativo electricitas resideret, à natura veluti reluctantè extorqueret Galvanus; analogia duce nervos primum, in quibus electricitas magis se prodebat, folio stanni, ut in quadrato fieri solet, eos obduxit, quo facto, musculares contractiones quam

maximè invaluerunt, ut etiam sine arcu, sed uno corporis vel deferentis, vel etiam cohibentis cum *armatis* nervis contactu prodierint contractiones, animalibus recenter præparatis ac vegetis. Quod etiam per duos, tres, ac plures homines catenam veluti constituentes, æstivo præsentim tempore, provectionibus animalibus, pallentibus musculis, atque cæli tempestate imminente evenisse, iterum ac sæpius expertus est. Tentati deinde musculi eodem artificio, non magnum ex eo incrementum contractiones acceperunt: unde diversimodè tentando, id demum compertum fuit, contractiones incrementum accipere aliquod, si tantum musculi, maximum si tantum nervi, aut spinalis medulla, aut cerebrum; vis verò ullum, si tum hæ partes, quum etiam musculi eadem stanni lamina obducerentur, atque *armatis* locis arcus aptaretur.

Prodit etiam contractionum phænomenon, si ranis decoriatis, earumque tubo vertebrali stanni folio obducto, artus postea ab invicem ita cultro dividantur, ut quilibet artus respondentis dumtaxat nervo consutus supersit, tum alter artus ab altero longè removeatur, atque arcus extremitas una eidem vertebrali tubo innitatur; altera musculis vel pedi unius solummodo cruris: moventur nimirum tunc musculi ejusdem dumtaxat cruris, alteris immotis remanentibus. Quod si de industria iidem artus denuò jungantur, ut ad mutuum contactum deveniant, atque arcus de more applicetur eidem ac antea cruri, contrahuntur mus-

culi omnes utriusque cruris, perinde ac si dissectum animal non fuisset, atque in nativa integritate permaneret. Idem pariter evenit bifariam juxta axem secto vertebrali tubo cum spinali medulla, sectique deinde spinalis tubi partibus cum suis respondentibus nervis ab invicem diductis, artubus verò ut natura fert conjunctis: in contractiones nempe incidunt musculi unius tantummodo artus, ubi una arcus extremitas uni solum ex dictis tubi vertebralis partibus imponitur, altera respondenti cruri. Incidunt verò in contractiones utriusque cruris musculi, semel ac disjunctæ spinalis medullæ partes fuerint iterum arte conjunctæ, et arcus una sui parte cuicumque ex artubus, altera fuerit eisdem conjunctis partibus admotus. Eadem demum contingunt phænomena, sive integro præparati animalis trunco, sive per medium à summo ad imum dissecto, dummodo partes divisæ iterum arte et industria conjungantur, atque ad mutuos contactus adducantur.

Sed nihil ad hujusmodi consensus vires demonstrandas fortè aptius, quam si crurales nervi excoriatione de more in ranis parentur, integraque relinquatur spinalis medulla, integrum caput, atque integri natura et situ artus superiores. *Armato* enim tunc vel nervo crurali, vel vertebrali tubo, atque arcu partim cruralis nervi *armato* membro, partim respondenti artui admoto; non modò inferiores artus contrahuntur, sed superiores quoque moventur; moventur palpebræ, aliæque moventur cor-

poris partes, ut propterea arcus contactu commotum *nerveoelectricum* fluidum maxima quidem parte ab indicato nervorum loco ad musculos confluere; sed partim etiam superiora per nervos petere, ut ad cerebrum usque deferri, eamque in ipsum vim facere videatur, ut aliorum deinde musculorum quacumque de causa motus excitentur.

His aliisque similibus, quæ brevitatis causa mittimus, de electricitate animali à solertissimo Galvanio detectis, nonnullas ipse adjungit conjecturas, et consectoria, ex quibus præcipuas seligemus. Et 1. quidem ex analogiæ argumento. pronum est deducere, omnibus animalibus hujusmodi electricitatem insidere, quando in frigidi et calidi sanguinis viventibus semel, iterum, ac sæpius tentata experimenta, eadem exhibuerunt phenomena, quæ hactenus recensuimus. 2. In duplici statu positivo, scilicet ac negativo in partibus animalibus electricitatem contineri, ut videlicet excursus ab uno ad aliud membrum, qui electricitatis mos est, obtineatur. 3. Quinam verò ex præfatis membris electricitas positiva, cuinam autem negativa tribuenda sit, perdifficile sanè est judicare. Autumat nihilominus laudatus auctor, utramque in musculo, ut in leydensi phiala, aut quadrato magico residere: ita ut è substantia musculari exiens, ac per nervos veluti conductores delata, ad eandem musculi sedem iterum restituatur. In musculis quidem et gummosa substantia et nervea reperitur, in quibus diversimodè electricitas residere potest. Nervi

autem et materia deferente, et cohibente etiam coagmentari videntur: ita ut exterior pars oleosa materia repleta, cohibentem, ne materia electrica diffluat, ostendat, interna verò cavitas deferendi munus obtineat. Quæ quidem omnia etiamsi conjecturis tantummodo permixta sint, ab analogia tamen et phialæ leydensis et quadrati frankliniani, in quibus hujusmodi excursus ab una ad alteram superficiem manifesti fiunt, majorem lucem accipiunt.

Communes enim qualitates cum electricitate vulgari, quin etiam cum antea cognita animali in torpedine, anguillis, aliisque animalibus tali virtute pollentibus, habere muscularem; compertum ab industrio ac sagaci hujusce inventi auctore, ac demonstratum luculentissimè fuit. Nam 1. cum electricitate vulgari convenit in excursu per metallica corpora faciliore, in delectu brevioris viæ, angulorum, cuspidum etc. in duplici et contrario statu electricitatis positivæ ac negativæ, quo in corporibus semper invenitur. Huc adde diuturnitatem ejus, et constantem musculis adhesionem; ut communis electricitatis mos est, corporibus adherere; spontaneam atque exiguo temporis spatio restaurationem, ac demum virium ab armaturis incrementum; quæ omnia vulgaris electricitatis qualitates esse, supra ostensum manet. Ad proprietates quod attinet, quas cum electricitate torpedinis, anguillæ etc. pares habet, manifestissimæ sunt circuitus electricus ab una ad aliam animalis partem, isque per arduum aut materiam deferentem, ut torpedinem et anguil-

læ eandem transmittere solent: deinde ut nullo artificio, puta frictionis, caloris etc. ad agendum, sive ut excitetur, indigeant, sed solo contactu se prodat; ac demum ejus ad nutum animalis actio promptissima, qua per ejus membra diffunditur, atque transmittitur.

Quod si de fonte animalis electricitatis Galvanio quæstionem moveas, eam in cerebro præparari, atque è sanguine extricari, simile veri existimat; ut inde nervos ingrediens, atque intus per eos excurrans, sive hi cavi sint, sive tenuissimum fluidum deferant è corticali cerebri substantia, ut plerisque placet secretum; in sedem propriam musculorum, ut ibi resideat, deferatur. Hinc aut spiritus animales, quorum indoles in reconditiis naturæ arcanis hucusque remanet, est ipsummet electricum fluidum, aut magna electricitate spiritus animales pollent quidem certè.

Ex quo via aperitur ad voluntarios, et præternaturales motus explicandos, quæ si minus certa et inconcussa haberi debeat, aliquam certè lucem afferet, ad id contemendum, ac novis tentaminibus perquirendum, quod etiamnum tenebris est involutum naturæ. Nam ad voluntarios motus quod atinet, posset fieri, ut animus mira sua vi aut in cerebrum, aut in quem sibi libuerit nervum, impetum quasi quemdam faciat; quo fieri, ut nervos electricum fluidum à respondente musculo confertim ad eam nervi partem confluat, ad quam fuerit per impulsus revocatum, unde motus ille sequatur à voluntate imperatus. Nec dissimili modo præ-

ternaturales motus concipere possumus, siquod à voluntate in spontaneis ponimus proficisci, ab alia externa causa electricitatem è musculo excitante oriatur, ut in scintillæ explosione fieri videmus, quæ eam ad nervos excurrere compellat; quemadmodum convulsiones in ranis, aliisque animalibus excitari, supra exposuimus. Sed hæc conjecturis magis, quam experimentis nituntur.

## CAPUT, QUARTUM.

### DE METEORIS IGNEIS.

#### §. I.

#### *De Meteoris frequentius observatis.*

339 **I**nter præcipua meteora ab igne genita, *fulgur, tonitrus, ac fulmen* recensentur, quorum notiones ab electrico igne derivare pronum est, ex his, quæ capite superiore de electricitate disseruimus. Et quidem fulgur coruscationem illam dicimus, quæ nullo strepitu frequentius editur; etiamsi sæpè rumor ille subsequatur, quem *tonitrum* vocamus ab aeris disruptione proveniens, ut in explosione tormentorum bellicorum sentimus. *Fulmen* autem fulgure, ac tonitruo comitante stragem audit, prout resistentia major ipsi opposita à corpore, in quod impingit, vires suas exercendi copiam facit. Hinc quamquam globi igniti per atmosphæram discurrere quandoque obser-

ventur, qui strages dent longè majores, quam à fulminibus fieri soleant, in fulminibus non recensentur, sed *ignitorum globorum* nomen retinent. Talis fuit ille, referente Christiano Wolfio, qui è fornace cujusdam pistoris nimium accensa, neque satis ejus spiraculis occlusis, Ura-tislaviæ visus fuit. Flamma per os fornacis erumpens mediam pistoris barbam adussit, hominem propè adstantem procul disjecit, ligna è regione posita inflammavit, contignationem ædificii quasi terræ motu concussit, ac tota officina lustrata, duobus diffissis parietibus per foramen factum, quod caput hominis recipe-ret in subterraneum cubiculum descendit, ex quo iterum in pristinum reversus, disruptis fenestræ vitris 25 passibus distantibus, aerem nactus liberum, in modum pluvie disparuit.

340 Corol. I. Ex quo id deducere licet, non omnia meteora ignita ab igne electrico originem trahere, ut quibusdam placuit statuere. Etenim præter hujusmodi globos ignitos, qui è terræ etiam visceribus erumpere solent, *ignes fatui*, aliaque, sicca præsertim et calida tempestate observari solita, nullam habere videntur cum electricitate atmospherica communicationem, nisi illam, quæ inter ignem vul-garem, et electricum intercedit: ut scilicet ignis electricus illa offendens inflammet, ex quo ut eorum fert natura, phænomena edantur, quæ ab igne etiam vulgari obtiverentur. Certè hujusmodi accensiones à particulis sulphureis, nitrosis etc. in atmosphæra volitantibus, atque invicem collidentibus provenire, nemo inficias



ibit; quemadmodum accensiones in sepulchretis, aliisque hujusmodi locis à *gas inflammabili* procedere supra monuimus (184), etiamsi ab igne electrico sæpius accendi materiam inflammabilem, non inficiemur.

341 Corol. 2. Profectò fieri posset, ut quæ electricitati tribuuntur phænomena, à *gas hydrogenio* ab igne electrico inflammato, quandoque etiam provenirent. Certè in explosione fistulæ electricæ art. 187 descriptæ, effectus habetur, qui electricitatis mediatum tantum est, quatenus scintillam transmittit, è qua *gas hydrogenium* incendium concipit, undè violenta illa displotio derivatur. Hinc suspicio oriri potest, magna quantitate *gas hydrogenii* ad superiores atmosphæræ partes à sua naturali levitate deferri (188) in naturæ officina elaboratum, quod deindè ab igne electrico superveniente inflammetur, ac juxta materiæ coacervatæ portiones fulgura, tonitrua, necnon fulmina, quandoque displotat.

342 Ceterum plures in meteoris formæ observantur, quin diversam idcirco causam habeant à particulis omnis generis atmosphæræ innatantibus, atque à mutua collisione, aut materia electrica accensis. Stellas cadentes vocamus exhalationes accensas, quas *videbis præcipites cælo labi, noctisque per umbram, flammæ longos à tergo albescere tractus*. Hujusmodi exhalationes si in modum *trabis, columnæ, pyramidis, draconis, clypei* etc. dum accendunt appareant, his nominibus donantur; quarum descriptionem à Seneca in QQ. nat. l. 1. videre

licet. *Ignes fatui* in sepulchris, terræ tractibus oleaginosi aut pinguibus, ut est ager Bononiensis, observari solent: qui dum ad eos accedimus, fugere, quum illos fugimus ad nos accedere videntur; idquecirco et *fatui ignes* et *errantes* appellantur. Porro accessus, aut recessus hujusmodi ab aeris ambientis antrorsum impulsu, dum accedimus, ac retrorsum dum recedimus, provenire potest. Ab eadem causa originem ducunt *ignes lambentes*, qui in capite, aut jubis animalium conspici solent. Sunt etiam apud nautas famosi *Castor* et *Pollux*, sive penicilli electrici in extremitatibus antennarum apparentes. Quod si unus tantum appareat, *Heleenam* dicunt. Nautæ tamen christiani *Santelium* sæpius vocant hujusmodi penicillos electricos, eo quod præsentem in tempestatibus tutelam ab hoc Sancto votis non irritis invocare consueverunt.

## §. II.

### *De Aurora Boreali.*

343 Phænomenon hoc in regionibus Zonæ torridæ subjectis frequentissimum, in temperata Zona rarum, in frigida ferè quotidianum, novam in Physicam ab elapso sæculo induxit tractationem; quæ non minus, quam præcedens de electricitate, auctores in varias partes distraxit. Verum prius Auroræ borealis descriptionem tradere oportet, quam diversas physicorum de hoc meteoro referamus sententias. Porro *borealis auroræ* nomen idè huic phænomeno in-

ditum est, quia observatoribus in Zona temperata degentibus, à boreali plaga ferè semper apparet; quod frigidaè regionis incolis ad omnem ferè cœli tractum se conspiciendum ostendit. Auroræ borealis descriptionem fuso calamo traditam Muschembroekius cap. 40. Elem. phys. exhibebit iis, qui prolixam de hoc meteorō notitiam adamaverint; nos breviorē stilo rei summam exponemus. Itaque post solis occasum in hemisphærio boreali, nubes quædam albicans aut subnigra apparere solet, tempore quo edendum est hoc phænomenon; cujus limbus superior arcuatam formam plerumque affectat, aut horizonti parallelam, longitudo ad ortum et occasum protenditur. E nubis superiore limbo syrmata quædam, vel columnæ, aut virgæ derivantur, diversis directionibus ad horizontem inclinatæ, quædam etiam perpendiculares, fulgidæ, coruscantes, aut etiam intermortua luce pallentes, quasi ex nube vibrarentur. Nonnumquam tamen æquali luce pars septemtrionalis fulget, ad rubeum colorem deflectens, ut primo crepusculo matutinæ nubes radiis solaribus leniter percussæ ante solis ortum apparent, quod phænomeno *auroræ borealis* nomen conciliavit, eo quod et mitem auroræ lucem imitetur, et ad boream plagam se conspiciendam exhibeat. Ceterum infrequentes meridionales auroras non esse in regionibus circumpolaribus, ut in meridionali Zonæ temperatæ plaga, testis est Maximilianus Hellius, Astronomus Cæsareus, de quo postea nobis redibit sermo, quum ejus de hoc phænomeno sententiam exponemus. Meri-

ditionales auras rarissimè hucusque in Belgio, Germania et Gallia conspeximus, inquiebat Muschembroekius, quæ tamen minus insolentes in Lapponia et Moscovia sunt: apparuerunt tamen annis 1704, 1734, 1741.

344 Duratio hujus meteorī varia est; integram noctem interdum cælum tenet, quandoque etiam ad plures continenter noctes se conspiciendum præbet; dum alias vix paucas horas, aut etiam minuta perduret, ut testis est laudatus Muschembroekius. Et hoc quidem in controversiam venire non potest, quum res ejus naturæ sit, ut oculos habere sufficiat, ad eam definiendam. Non ita evenit in altitudine lucis borealis, quæ in varias secuit physicorum opiniones, prout quisque partibus suis favere posse suspicatur meteorī altitudinem. Boschovichius et Mako ad 800 ferè milliaria lucem borealem elevari contendunt, eo quod Ulyssipone, Gadibus, Romæ, Petropoli eodem tempore suspecta fuerit, die videlicet 19 oct. 1726. Et quidem horum mathematicorum profusi calculi intentum obtinerent, si lux borealis sidus quoddam esset, quod ab his locis simul observaretur. Quid si asseram vaporem fuisse per totam Europæ atmosphæram latè diffusum? Ex eo ne quod eodem tempore in his locis iris viseretur, rectè deduceres, idem meteoron esse, quod ubique conspicitur? Hujus phænomeni (auroræ borealis) sedem, inquit Jacquierus, in atmosphæra nostra collocant physici omnes; et quidem ut alias prætermittam rationes, plurimis observationibus compertum est,

easdem auroras boreales in duobus locis licet parum distantibus non eodem tempore visas fuisse; quod quidem certissimo est argumento tales auroras non multum sublimes fuisse, et in atmosphæra nostra sedem habuisse. Hujus phænomeni (auroræ 1726) altitudinem ex illius parallaxi investigarunt celeberrimi mathematici: at fatendum est, non satis tutam esse hanc methodum. Et quidem non constat, aurorem borealem à diversis locis observatam, esse eandem ipsam lucem, quæ in eodem cœli loco fixa hærebat; quod tamen fieri oportet ad definiendam phænomeni parallaxim, ac præinde et illius altitudinem. *Phys. part. sect. 4, cap. 2.*

345 Majus adhuc dissidium in assignanda causa hujus meteorii apud scriptores reperies. Mairanus, cui subscribunt Make et Paulianus, à particulis atmosphære solaris (*Phys. Gen. 517*) atmosphære terrestres particulis permixtis, provenire contendit. Quando nimirum ingens atmosphære solaris massa sic ad tellurem appropinquat, ut magis jam ab ipsa, quam à sole trahatur, cadit versus terram, quo lapsu variè concussa et congesta, ignem interdum concipit, lumenque latè spargit: plerumque tamen antequam inflammetur decidit, versus polum viciniorem defluit, tum propter vim centrifugam motus diurni, quæ circa æquatorem vehementior est; tum quia aer ibidem rarefactus attollitur, et ad polos fluens, massam illam solarem secus abripit, quæ illic congesta, facilius effervescit, idque vel in altissima adhuc regione, vel in aliqua humiliori, ad quam addensata

jam et aeri frigidiori permixta, sensim subsidit. Hæc autem accensio haberi fortassè potest etiam à vapore electrico, sicuti intra atmosphæram nostram oriuntur fulgura et fulmina, aiebat Mako, sententiam suam exponens, Phys. G. sect. 6, cap. 2.

346 Eulerus nihil cum atmosphæra solari commune habere meteoron auroræ borealis existimat; at ex atmosphære nostræ particulis radiorum solarium percussione agitatæ proficisci asserit. Muschembroekio, à quo non dissentit Para, videtur, materiam hanc ex terrestri plaga septemtrionali expirare nunc copiosius, quam ante an. 1726, quia fomes ejus à terræ motu apertus erit, undè eo consumpto, forsitan hæ aurore silebunt. Elevatur perspiratum hoc in altum componens nubem unam, pluresque, quæ supra varias regiones feruntur, nec accenduntur, priusquam alteri occurrant materiæ, quacum effervescentia calida et ignivoma effervescunt, quales plurimas nostris temporibus ars detexit. Si igitur ope venti aquilonaris, nubes ex materia auroræ constans à septemtrione, natali quasi solo, ad alias regiones deferatur, atque occurrat exhalationibus per aerem dispersis, quibuscum effervescere possit, ea sui parte, qua exhalationibus occurrit, accendetur, hoc est in parte australi; quamobrem ab spectatore australius posito videri poterit ardero, hujusque respectu lumen in plaga septemtrionali, et phænomenon boreum erit.

347 Alii cum Franklino et Beccaria, quæ vulgatior hodie est sententia, hoc phænomenon

à materia electrica provenire non dubitant. Nam quum vapor electricus quocumque diffundatur, particulas vaporum terrestrium omnis generis simul permixtas inveniens, eas invadit, diversos electricitatis gradus communicat, ex quo omnes effectus deducere, licet, quæ in auro boreali animadvertimus. Etenim 1. Calore solis intra tropicos aer rarefactus elevatur, atque ex fluidorum æquilibrium aer densior vicinarum Zonarum in rarefactum Zonæ torridæ incumbit, ipsumque vaporibus oceani onustum ad ascensum, ac relapsum in polares regiones compellit, electricitatem *positivam* vaporibus polaribus *negativè* electricis communicaturum. 2. Nubes auroræ genitrix è vaporibus septemtrionalibus coalescens, à vaporibus meridionalibus occurrentibus electrica fit; idquecirca à superiore limbo albescere incipit, atque flagrare: quæ coruseatio parti subobscuræ deinceps communicatur. 3. Syrmata, columnæ, virgæ, quæ in parte suprema nubis conspiciuntur, electrici jactus sunt è parte electrica meridionali in borealem delati, ad æquilibrium electricum statuendum. 4. Nonnumquam electrico igne ad contiguas nubes sub horizonte latentes delato, pristina obscuritas nubis iterum restituitur, accendenda post novum incursum materiæ electricæ è meridionali plaga supervenientis. 5. In aurora boreali Londini, die 19 Martii 1718 observata, globo ignito centrum meteori propè horizontem occupante, observatæ fuerunt creberrimæ coruscationes, ac detonationes, quasi phalangis sclopetis pugnantis, quæ à longe

exaudiretur; quod manifestum indicium est scintillarum electricarum, ut in machina electricitatis artificialis conspiciuntur. Quæ tamen scintillæ in fulmen abire in magna illa aeris raritate non poterant, quoniam in sublimi altitudine supra nubes phænomenon apparebat. Plura alia analogiæ capita inter electrica, et lucis borealis phænomena persequitur Beccaria; ut franklinianam theoriam suffulciat, quæ ex dictis faciliè deduci possunt.

348. In eadem de electrica causa ad auras boreales extendenda sententiâ fuerat Maximilianus Hell, Astronomus Cæsareus, quum florante Societate Jesu, è cuius familia erat, ad observandum transitum Veneris per discum solarem in Fimmarchiam missus fuit anno 1769, annumque ferè integrum inibi plerumque in Insula Vardœhus commoratus fuit sub lat. 70 gr. cum dimidio, ubi suas observationes instituit; ex quibus franklinianæ teoriæ valedicens, novam hæresim condidit. Summa rei hæc est; auras boreales phænomenon esse opticum, ut *halones*, *parhelia*, etc. à lucis reflexione ac refractione radiorum solis et lunæ proveniens. Materia autem lucis boreæ, inquit Horvathus, calculo Helliianæ opinioni adjiciens, sunt particulae vaporum congelatae, variè figuratae, politissimæ, inæqualiter densæ; leviusculæ, aeri innatantes, motu quovis aeris mobiles, condensabiles, dispergibiles etc. Rationem dat (Hellius); nam observationes allatae evincunt sanè, materiam lucis boreæ Vardœhussi comparere solita, eandem omninò esse cum ma-



teria nivium, Quod quidem non vult sic accipi, quasi materia lucis boreæ essent ipsæ nives *actuales*, seu flocci majores nivium, prout hos ex atmosphæra delabi experimur; sed prout materia lucis illius habet particulas congelatas variæ mollis, ac figuræ, non quidem prorsus insensibiles, adeò tamen minutas, ut earum plures requirantur vel ad unius flocci compositionem.... Lux, quæ in phænomenis auroræ borealis cernitur, quædam habetur à radiis solaribus, alia à lunaribus; sæpius à radiis utriusque sideris simul. Pro ratione adducit eam connexionem auroræ borealis cum sole, vel cum luna, vel cum utroque sidere, quæ ex phænomenis allatis manifestè elucet. Phys. part. dis. 4. cap. 4.

349 Porro phænomena allata ab Horvath ex Helii observationibus, quibus à solis, ac lunæ radiis illuminationem auroræ borealis provenire demonstrat; præcipuè à directione illustrationis desumuntur, quæ semper ductum utriusque planetæ sequi videtur. Quod ad solem attinet, mensibus decembri, ac januario, quibus sol ferè semper infra horizontem versatur, arcus lucis borealis constanter in hemispherio australi, et quidem versus meridiem apparet, atque adeò humilis despicitur, ut vix 10. grad. transcendat, rarissimè autem ad ulteriores gradus progrediatur. Quod si arcus iste radios, columnas, et quasi fumos vibrare, ut plerumque fit, cernatur, hi tamquam ex centro infra horizontem latentes, ubi propè sol versatur, produci animadvertuntur. Et hæc quidem,

quæ ad solem attinent, suo modo etiam lunæ conveniunt: nam lucis boreæ planum per lunam infra horizontem constitutam transit, ac motus arcus auroræ lunæ motum sequitur, cujus centrum discus lunæ occupat, ita ut luna horizontem ortivum tenente, radii arcus ab orientali plaga prodire cernantur, idemque de occidentali plaga dictum habe. Demum interdum bini aut plures arcus ad plagas oppositas constituti cernantur, quorum lucis directionem, si attentè examinaveris, quorundam invenies transire per lunam aliorum autem per solem: quod quidem verum est, aut utroque sub horizonte demerso, aut sole infra horizontem, luna apparente, aut contra evenire contingat. Quæ quidem omnia adeò constantia sunt, ut lux borealis sub quavis alia figura apparens, è loco solis, et lunæ facile internoscatur, *utrum cum sole, an cum luna, vel cum utroque sidere connectatur*, inquit Horvathus: quid nos?

350. Neque franklinianam theoriam contemnimus, et Helianam admittere non dubitamus. Nam *alterius sic altera poscit opem res, et conjurat amicè*, ut neutra sine alterius ope phænomenis satisfacere videatur. Helii enim observationes invictè probant, auroras in circum-polaribus regionibus tam arcticis, quam antarcticis (quoniam commune utrisque debet esse meteoron) è nubibus vaporosis à sole, aut luna vel utroque simul illustratis, originem ducere. En conceptis verbis ipsius Helii, ex quo transcripsit Horvathus metheori descriptionem. « Dum noctibus serenis et innubibus, attamen

ut in Zona temperata dicere amamus, vaporosis, fixarum observationibus incumberem; evenit primum quidem, die 11 januarii, nihil tale opinanti, dein verò hac docto experientia diligentius invigilanti etiam sequentibus mensibus februario, martio, cum primis luna præsente, ut exortam lucem borealem in hemisphærio, in quo altitudines fixarum observabam, primum quidem debilem, fumo densiori non absimilem, sparsam per cælum conspicerem. Dein quasi turbine in motu concitata materia in una cœli plaga à nubibus libera congregabatur, luce augebatur, atque ita condensabatur, ut mihi fixas per tubum contemplanti visu eriperet: paullo post materia hæc reddita gravior, è superiore aere in inferiorem motu intestino admodum sensibili descenderet, inque forma copiosarum nivium *lucentium* jucundo sanè spectaculo prolaberetur, totamque insulam novis contegeret nivibus. Mirum hoc phænomenon non una mihi visum est vice, cœlo ut dixi à nubibus libero; sæpius autem observaveram materiam lucis boreæ cælum universum occupantem, à ventis agitatam atque in nubes condensatam post unam alteramve horam in forma nivium prolabantem; sæpissimè verò horis aliquot post agitationem lucis boreæ in copiosas resolutam nives. Nec mihi quisquam tamquam minus cauto observatori impositum putet, dum fortassis à ventis è superficie terræ in altum elatas nives, aut aliundè à vicina nube delatas, et durante luce boreali prolapsas pro materia lucis boreæ habuerim. Nam 1. animadvertisse

velim, palmarem hujusmodi errorem cadere tantum posse vel in hominem rudissimum, omnisque scientiæ naturalis prorsus expertem, vel certè in observatorem naturæ minus exercitatum, neque ad omnes circumstantias satis oculatum, quæ nam in me cadere possint, his dijudicandum relinquo, quibus scripta mea ignota non sunt. 2. Si phænomenon hoc unicadumtaxat vice contemplatus fuisset, suspicioni fortassè locus esse posset, mihi utpotè homini errori obnoxio imponi potuisse: at quum mihi rei veritatem ardentè, et scrupulosè quærenti.... idem phænomenon sæpius visum sit, non arbitror futurum aliquem, qui mihi naturæ arcana veluti ex insidiis jam aliàs assecuto, tantam in observandis naturæ phænomenis aut oscitantiam, aut cæcitatem tribuere velit.»

351 Verum auroræ circumpolares nullum edunt electricitatis signum observantibus Picteto, ac Malleto; qui dum in Laponia observandi etiam transitus Veneris causa commorarentur, nullum electricitatis ab auroris borealibus ferè quotidianis signum extorquere potuerunt; aut in acu magnetica variationem observarunt. Enimvero in nostris auroris borealibus electricitatis phænomena sæpius animadvertuntur (347): quæ subinde etiam in sonoras detonationes, scintillas, etc. abeunt; ita ut quæ velut monstra exercituum in aere præliantium, à Lycosthene, Gemma, aliisque memorantur, pluries in cœlo visa; puræ sint auroræ boreales, in quibus electricitatis effectus copiosius, ac luculentius apparuerint. Quamobrem aut dicen-

dum auroras circumpolares aliis prorsus generis esse, quam zonæ temperatæ, etiamsi appariantæ quam simillimæ sint; aut ratio adducenda, cur in solo nativo minimè electricæ auroræ reperiantur, quæ alio translatae conspicua edunt electricitatis phænomena?

352 Ego quidem sic existimo: auroram circumpolarem esse quidem materiam illam nostris auroris fomitem ministrantem; dum tamen regiones circumpolares non prætergreditur, sæpius in metheoris lucidis aut potius aqueis, ut sunt halones, continetur. Quod si è polaribus plagis ad meridionales hæc materia casu aliquo deferatur, eo modo, quo supra dictum est in theoria Franklini, electrica redditur; ex quo phænomena reliqua ad electricitatem pertinentia in ipsa derivantur. Atque hoc autumo perspiratum illud esse Muschembroekii (346), quod in altum elevatur componens nubem unam pluresve, quæ supra varias regiones feruntur, nec accenduntur priusquam alteri occurrerint materiæ, quacum efervescentia calida et ignivoma effervescunt.... Si igitur ope venti aquilonaris nubes ex materia auroræ constans è septentrione natali quasi solo ad alias regiones deferatur, aut occurreret exhalationibus per aerem dispersis quibuscum effervescere possit, ea sui parte, qua exhalationibus occurrit, accendetur... Quoniam autem exhalationes non prius accenduntur, quam quum aliquantum permixta inter se fuerunt, et nubes à parte borea longo extensa tractu plus resistit, quam à parte australi in cujus superficie, vel saltem anteriori parte per-

**mixtio contingit, explosio effervescentis, et incensæ materiæ fiet ab hac parte, adeoque à septemtrione ad austrum, variisque directionibus, nunc sursum perpendiculariter, nunc parallelè ad horizontem, nunc infra soli parallelismum: hinc ab erumpente materia portas sibi parante, columnæ sive virgæ lucidæ earumque situs varius respectu horizontis et directiones utcumque ad zenith spectatoris. Prout quoque alterius generis exhalationes cum effervescentibus simul permisceantur, color virgarum differet, nunc albam hæ referent lucem, nunc rosei coloris, nunc rubri, nunc flavescentis. Et an non nubes aurorifera horizontis respectu, aliquandiu stare poterit, si æquali vi à borea prematur, ad australem quamcumque plagam, quum australes venti ad ipsam pelluntur?» Habes Muschembroekii verbis expositum phænomenon, ac ferè omnes in speciem rivales sententias amico fœdere in unam non invitè coalescentes. Quod litterariæ lites, ac similitates vitarentur, si loco contemptus, et conviciorum, alma pax conciliationem ini-ret, vias quærens, quibus pugnantes opiniones invicem accederent? Sanè si de opinione Heliana ego scripsissem. «Systema 2., Physici alii temerè protulerunt, auroræ borealis originem esse meteorum lucidorum, ut iridis, et halorum originem consimilem à solarium radiorum scilicet reflexione in nivibus, et in gelidis borealibus nubibus oriri. Confutatio. Sententia hæc labilis ne confutatione quidem digna est:» nonnè bilem Helio, et cum eo sentien-**

tibus movissem, atque in me stilum meritò stringerent, ut meam pétulantiam retunderent?

353 Verum audiamus, quæ in confutatione Helianæ opinionis Para adducit. 1. «Fumi, et flammarum vortices, qui sæpius in aurora boreali conspiciuntur, satis indicant in meteori hujus materia intimam inflammationem esse: perperam igitur inter meteora tantum lucida, à quibus inflammatio abest recensetur.» R. Huic objectioni satisfactum est in adducta modò conciliatione, ex qua et electricitas meteoro conceditur, neque materia phænomenis lucidis propria denegatur. Contendetne laudatus auctor, electricitatis esse incapacia meteora lucida? Non puto. 2. «Aurora borealis in ferventissima æstate aliquando ad boream apparet, cum scilicet in borealibus regionibus nullæ jam fermè nives sint, aut nubes gelidæ, nullæ plures quam in australibus sint.» Respondet Helius: «Nul-  
lus in anno mensis, mensibus etiam junio, julio, et augusto non exceptis, quo regiones hæ nives ex atmosphæra deciduas non experiantur aliquando.» Addo etiam ego, quod vidi anno 1789 dum Genuæ commorarer: præfatis mensibus ventus boreas tribus saltem vicibus (*ut Furius*) *hybernas cana nive conspuat Alpes Allobrogum*; quod ex editioribus Genuæ locis conspiciebatur. 3. Meteora lucida «numquam ultra unam, aut alteram leucam attolluntur, rarò quoque ad dimidiam, aut ad quartam à terra leucæ partem: nequeunt igitur ad magnam distantiam in atmosphæra conspici; tunc enim aut ex distantia evanescunt, aut sub horizonte la-

sent. Contra verò aurora borealis ad magnam elevationem assurgit, et aliquando ad magnam in atmosphæra altitudinem apparet, etiam distantibus leucas ducentas aut trecentas. Non ergo ejusdem cum meteoris lucis naturæ est. R. Grattis asseri altitudinem auroræ borealis ad tot leucas elevari, Jacquierii, Muschembroekii, et aliorum testimonio posuimus (344). Quod si in statu meteoris lucidi, ac nondum igniti, dum in regione circumpolari materia versatur, ad exiguam altitudinem elevari concederemus; minime ex hoc deduceretur, hujusmodi materiam electricam factam, sublimius attolli non posse. Denique ex eo quod aliqua meteora lucida ut iris et halones, humilia appaerant, perperam lex generalis pro reliquis statueretur, in inferiore atmosphæra sedem habere oportere. Sed hæc hactenus.



---

# DISSERTATIO IV.

DE AQUA, ET DE HIS QUÆ AD AQUAM PERTINENT.

---

**T**ales Milesius rerum omnium aquam dixit esse principium, ad quem fortassè respiciens Virgilius, aut citius Homerus in latinum transferens, vocat *Oceanumque patrem, nymphasque sorores*, quasi ex aqua res omnes natales suos deducerent. Quidquid sit de hac genesi Talesiana à Vanhelmontio ac Walerio (Phys. Gen. 23.) è profundo oblivionis pelago, in quo jacebat, in novam lucem educta, certum indubitatumque est, aqua naturam terrestrem ali, omnia ab ea intimè permeari, atque *in mille conversam figuras*, ut Proteus, inibi plerumque latere, ubi minimè adesse suspicamur. Ut omnes ejus status persequamur, primum aquam in statu liquiditatis, deindè in statu concretionis seu glaciei, ac demum in vaporem resolutam considerabimus. Ad statum liquiditatis aquarum pertinent etiam fontes, flumina, maria; quemadmodum ad statum vaporis meteora spectant aquea; quare de his omnibus disserendi nobis campus aperitur.

## CAPUT PRIMUM.

*De Natura aquæ in statu fluiditatis.*

354 Jam ubi de *Gas hydrogenio*, seu *aquæ genitore* sermonem fecimus (184, 185) *aquæ naturam*, seu principia aut *bases*, ex quibus componitur, tradidimus: aqua nimirum in statu suo naturali 17 partibus *gas oxygenii*, ac 3 *gas hydrogenii* componitur; aut si in centum partes totum distribuere velis, 85 *oxygenio*, 15 *hydrogenio* tribuantur. Hoc quidem repetitis experimentis à Priestleyo primum aliud agente, deinde à Cavendish, necnon et Lavoisiero, ejusque sociis tentatum atque obtentum fuit, ut et aquam in prædicta fluida, et hæc in aquam converterent. Quare dubium amplius non est, aquam elementum non esse, ut ferebatur, sed corpus mixtum ex aliis fluidis coalescens, ex quorum permixtione in naturæ sinu elaborata, copiosæ illæ aquæ in gremium telluris delabuntur, quæ ipsam mirè fœcundant, ac per ejus superficiem, atque internos meatus latè funduntur.

355 Ceterum aqua in statu fluiditatis est liquor pellucidus, inodorus, insipidus, omnis coloris expers, parum elasticus ac ferè compressionis incapax. Quare vel una ex his qualitatibus variata rectè deducimus, aquam in statu suæ perfectæ non esse puritatis. Superficiebus etiam corporum adhæret aqua, plurima dissolvit, ac ferè omnia intimè penetrat, inflammata extin-

guit, si in eam immergantur, aut satis magna quantitate aquæ suffundantur, quæ contactum aeris, à quo combustio provenit (170), impediat.

356 Fluiditas aquæ à magna quantitate *calorici*, cum quo ejus molleculæ *combinatæ* reperiuntur, originem ducit. A *calorico* enim invicem separatæ, ac satis mobiles redduntur, ut altera supra alteram juxta gravitatis indolem prolabatur, nisi suffulta à mutua compressione in officio retineatur. Ex quo illa ad libellam compositio liquoribus propria subsequitur, dum particularum liquorem componentium nixus invicem eliduntur; quod fieri non posset, nisi molleculæ superficiei à centro gravitatis æquè distarent. Quod si impulsu extraneo hæc æquilibritas destruat, ad motum statim fluidum determinatur: qui motus numquam cessabit, donec viribus undique libratiss ad libellam rursus componatur. Mobilitatem hanc aquæ particularum ejusdem figura promovere potest, si ut plerisque placet, globuli exilissimi sunt, in quamcumque partem labiles. Globulosas esse aquæ molleculas his argumentis colligit Muschembroekius. 1. Qua nullum fluidum, cujus partes conspici possint, novimus, quod non rotundis constet partibus. 2. Quia aqua est admodum lenis; oculo instillata, vulnere infusa nullum dolorem suscitatur, modò purissima sit et tepida. Si angulosis, acutis, scindentibusve corpusculis constaret, lenitas hæc observari non posset. 3. Quia est aqua admodum fluida et lubrica. 4. Vapor in camera obscura surgens

transiensque per radium solis exiguum, microscopio conspectus nil nisi sphaeras exhibet. 5. Quum partes ejus majores se admodum æqualiter attrahant, formentque guttas globosas, probabile est ejus partes inferioris ordinis etiam se æqualiter attraxisse, et formasse particulas parimodo sphaericas.

357 Quum aqua è duobus fluidis aeriformibus simul mixtis componatur (354), mirum non est si pelluciditatem, aliasque qualitates aeris proprias retineat post metamorphosim; adeoque et inodora, et insipida, et acromatica remanet, quæ sunt etiam aeris proprietates. Mirandum verò, si aeris *compressibilitatem* ac *elasticitatem* prorsus amittat, quod experimentis consonum est; certè adeo exigua sunt compressionis ac elasticitatis signa, quæ ab aqua obtinentur, ut vix deprehendi possint. Sonos tamen per aquam transmitti compertum est; quod nisi ab aliquo elasticitatis principio, saltem aeris intra ejus molleculas latentis, fieri non posse, ex his quæ de soni natura disseruimus (203), perspicuum fit.

358 Ex aquis naturalibus purior illa est, quæ à pluviis subministratur. Quas enim particulas per atmosphæram everrit, quum maximè volatiles sint, avolant facillimè. Hinc omnium salubrior ad potandum aqua pluvialis in eisternis collecta passim habetur, quod quidem probarem, si hujusmodi aquæ stagnantes non forent, quæ scilicet facilius corrumpuntur ob torporem, qui fermentationibus alendis aptissimus est. Mitto alia, quæ plerumque in ci-

sternis desiderantur: parietum nempe perfecta lævigatio, quæ aditum per rimas aliis materiis sensim percolantibus ocludat; tectorum, canalium, pavementorum perfectam mundities, cetera; quæ quam raro, ut opus est, obtineantur, nemo non videt.

359 Ceterum hujusmodi extraneorum corporum admixtiones multiplici modo ab aquis depelluntur: *percolatione* nimirum, seu, ut dici solet, *phyiltratione* per arenam, glaream, pumices, quibus partes aquæ heterogenæ adjunguntur, aut subsidunt: *præcipitatione*, ope menstrui alicujus aquæ infusi (Phys. Gen. 171), ut sunt tartarus crudus, aut ejus oleum, quo partes heterogenæ ad infimum locum subsidunt: *clarificatione*, corpore glutinoso aquæ immixto, quod sordes ad se trahit, aut imbibit; tale est albumen ovi, quo etiam alii liquores purgantur: *distillatione*, quæ evaporationis est species ac frequentior methodus obtinendi aquam puram; demum *congelatione*, vi cujus particulæ extraneæ ab aqua recedunt, sales separantur, et quidquid heterogeneous est ab ea secedit. Quare si fides Boyleo, glacies aquæ marinæ soluta aquam dulcem restituit; quod tamen alii inficiantur, à glacie fluminum in mare devecta, hujusmodi aquas dulces extractas fuisse contententes.

360 In aqua etiam quædam partium tenacitas adnadvertitur, quæ ipsarum saporationi resistit. Idcirco et guttæ pendentes è digitis aut vasorum labris remanent; et acus, et parvæ laminæ metallicæ in aquæ superficie consi-

stunt leniter depositæ. Cohæsió enim mollecularum aquæ tunc maior est, quam vis gravitatis corporis superincumbentis: etiamsi parvæ aeris bullæ inter acum, laminam etc. interceptæ nonnihil innatationi talium corporum conferre possit (Phys. Gen. 366). Unde tamen, inquires, hæc mollecularum cohæsió provenit? Ab affinitate mutua globulorum, ajunt hujusmodi affinitatum assertores (Phys. Gen. 165); à qua etiam oritur, quod plerisque corporibus adhæreat aqua, in ipsorum poros quam facillimè permeet, nonnulla etiam intimè dissolvat. Effectus quidem manifestus est, nec ullus in controversiam adducet umquam. Quæ tamen harum affinitatum causa sit, à quibus et adhæsió facilis particularum aquæ, et facilis cum aliis corporibus commixtio, atque intima copulatio habetur, arcanum est naturæ, in quod etiamnum penetrare non licuit, etiamsi effectus conspicui affinitatum nomine donentur (Phys. Gen. 176).

361. Intimæ hujus conjunctionis, seu combinationis in aqua præsertim luculentissima habemus documenta, quæ pluries Physicorum ingenia torserunt, existimantium aquam in suo statu naturali intra corpora etiam arte exquisitissima dissecata servari. Boheravius quidem refert, frustum cornu cervini per 40 annos conservatum ut duresceret, atque adeo ut chalybe percussum scintillas ut silex ederet, igni ad distillationem, ut in chemiâ fieri solet applicatum, per octavam sui ponderis partem in aquam commutatum fuisse. Ossa anima-

hium quorundam per 25 annos inderata, distillatione magnam aquæ copiam ad dimidium sui ponderis exhibuerunt, teste Chambersio. Quod etiam de saxis distillatis refert idem Auctor, aliquam aquæ quantitatem ostendere. Sales omnes ferè ad dimidiam sui ponderis partem distillatione in aquam converti, chemicis notum est: qui et *aquam crystallizationis* appellare hujusmodi aquas distillatione extortas consueverunt. Ceterum hujusmodi aquæ non aliter in corporibus existant, quam in *gas hydrogenio*, et *oxygenio* reperiuntur, quæ simul mixta per combustionem aquam reddunt, quæ antea ne existebat quidem (354). Nam etiamsi *bases* seu elementa illa ex quibus aqua conficitur, tum in cornu cervino, quum in aliis corporum molleculis lateant, eorumque substantiam componant, ex quorum permixtione deinde aqua generatur; hæc in statu suo naturali in ipsis non existit. Existunt tamen tum in ipsa substantia, quæ distillationi subijcitur, quum etiam in aere (185), et igne distillationi inserviente (263) elementa illa, seu *bases*, ex quibus aqua generatur tempore distillationis ob combinationem eorundem principiorum (184) ignis actionem peractam.

362. Quod quidem magis illustratur cæmentorum exemplo, in quibus nescias quid magis mirere aquæne lubricitatem, molliem, ac permeandi facilitatem, an vim coagulationis, qua calci, cineribus, terræ permixta in massam solidam concrescit, quæ etiam potentissimis viribus resistit. Sic animalium cineres cum a-

qua commixtæ, ac igne vehementi concoctæ in massam solidam concrescunt, quæ ignis vehementissimi actioni resistit, quo aurum ac metalla funduntur. Sanè tota quanta est ædificiorum stabilitas ab aqua calci, gypso, etc. infusa repetitur. Imo ut ignis universale *dissolvens* in natura animadvertitur, sic aqua universale *coagulans*, vi cuius omnia concrescunt, atque solida permanent, dici posset.

363 Quidam ex eo quod aqua plura corpora permeet, quæ accessum aeri prohibent, deduxerunt molleculas aqueas subtiliores esse, quam sint particulæ aerem componentes. Et quidem aqua vegetabilium partes internas mira facilitate permeat, estque vehiculum nutritionis ac vegetationis animalis. Ligna, pelles, lapides, imo et metalla penetrat humor aqueus, quæ omnia aeri prorsus impervia sunt. Enimverò hæc omnia intentum non evincunt. Posset enim fieri, ut hic accessus ac permeandi facilitas in aqua ex alio fonte derivetur, quam ex particularum ejus subtilitate. Ponderus majus, configuratio partium diversa, quæ cum poris talium corporum magis congruat, affinitas major, aliaque in causa esse possunt, cur aqua facilius in quædam corpora se insinuet, quæ aditum aeri minimè præbent. Sanè per exilissimos tubos capillares aditum liberum aer invenit, qui aquæ interclusus est. Mercurius plura corpora rimatur, quæ ægrius ab aqua penetrantur. Diceresne mercurii molleculas subtiliores esse, quam elementa sint aeris aut aquæ?



## CAPUT SECUNDUM.

*De Fontium origine.*

364 Scissum est studia in contraria vulgus Physicorum de Fontium origine disputantium, ita ut inter novissimos etiam scriptores hujusmodi opinionum oppositio animadvertatur, alteris à mari, alteris ab aquis deciduis, alteris denique ab utroque simul fontium originem derivantibus. Peripatetici, Cartesius, aliique, quos longum esset recitare, aquas marinas per terræ canales compressione ascendere, salsugine ob *phyltrationem*, aut evaporationem ab igne centrali excitatam spoliari, ac dulces tandem effectas per scaturigines in fontes erumpere, cum antiquis scriptoribus Plinio, Seneca censuerunt. Contra Gassendus, Cassinus, Mariotte, Halejus, Plucheus, ac passim recentes Physicæ cultores ab aquis pluvialibus, nivibus, vaporibus sufficientem aquæ copiam in terræ *hydrophylaciis* adunari putant, ex quibus per rimulâs tamquam per siphones, ut de vasis erumpentibus in hydrostatica docuimus, paulatim aquæ exonerentur. Paulianus, ac Horvathus Kuhnii sententiam media incedentis via amplexati sunt, fontes aliquos ab aquis pluviis derivantes, ceteros, qui perenniter fluunt, mari concedentes. Fieri enim non posse existimant, tantam aquæ copiam ab aquis deciduis suffici, quæ toto anni tempore perenni fluxui, nec umquam imminuto sufficiat.

Quum autem rivi, ac flumina è fontibus aquas mutuuntur, quod de fontium origine statueris, ad flumina planum est derivare.

365 Prop. I. «Fontium originem in aquis marinis phyltratione aut evaporatione in cavernis subterraneis collectis, statuere, non satis firmo inniti fundamento nobis videtur, ut huic sententiæ calculum adjiciamus.» Nam 1. ascensus aquarum per hujusmodi canales contra leges hydrostaticæ asseritur; juxta quas fluida communicantia ad æquilibrium statuuntur (Phys. Gen. 337). Certum autem indubitatumque est, maris superficiem humiliorem esse superficie terrestri, in qua fontes scaturiunt. Quare opus esset, ut contra propriam gravitatem aqua maris ascenderet, ac legem æquilibrii fluidorum violaret. Neque ad tubos capillares recursus hic juvare potest: etenim ascensus in tubis capillaribus tantus esse non potest, quantus in vacuo obtinetur, qui ad 32 ped. non assurgit: at plerique fontes, bis, ter, quater mille pedes, ac etiam altius supra maris libellam attolluntur. 2. Aquæ omnes fontium salsæ forent, quoniam exquisitis tentaminibus etiamnum factis, aquæ marinæ, nunquam amaritudine exui potuerunt, etiamsi per omnis generis strata percolatæ fuerint. Ponamus tamen in canalibus sal suum aquas marinas deponere: quoniam ad 32 sui ponderis partem aqua maris sal continet, jampridem obstructi fuissent meatus omnes terrestres, per quos aquæ percolatio perficitur, aut crusta obducti salina aquam dulcem amplius non ef-

ficerent: quare ejusmodi percolatio in sana Physica locum habere non potest.

366 At inquires, plures fontes ac lacus ad maris æstum attolli aut deprimi animadvertuntur, quod signum est manifestissimum cum mari communicare, atque adeo ab ipso suas aquas recipere. Minimè, inquam, hæc conclusio descendit, tunc enim etiam hæc argumentatio legitima esset: «Vidimus flavum Tiberim, retortis littore etrusco violenter undis, ire dejectum monumenta regis;» ergo Tiberis originem à mari ducit, minimè autem ab Apenninis nivibus, ac pluviis in ipsum influentibus. Fontes, qui fluxum, ac refluxum marinis æstibus respondentem habent, ab impedita eorundem exoneratione in mare per internos canales provenire potest, ut in Tiberi videmus fieri australi vento maris undas in Ostia Tiberina impingente. Quare argumentum æstus in fontibus marino respondentis, solum probat ipsos occultam communicationem cum mari habere; non tamen aquas è mari recipere. Quid si æstum respondere quidem marino, minimè autem ab eo originem ducere contendam, sed à causa, quæ et maris æstum generat, provenire affirment? Sanè nullis tabulis falsi convinci possem. Quidquid autem sit de causa hujusmodi æstuum, qui in fontibus observantur, illud mihi extra aleam positum videtur, nullo modo ex eo pro origine fontium è mari deduci posse argumentum. Nam aut aquæ horum fontium salis existunt, ut est aqua marina, tumque non sunt de quibus agitur quæstio, sed

canales cum mari communicantes, ut in tubis communicantibus fieri monuimus in hydrostatica; aut sunt aquæ dulces spontè sua erumpentes, tumque ab aqua maris suas non derivant, quippe quæ dulces ponuntur, adeoque et alio penu depromantur, oportet.

367 Nam etiam apud Kuhnium, eosque, qui perennium fontium ab aquis marinis repetunt originem, prius evaporatione resolvam aquam oportere, quam in humorem salientem concreseat, ut sales deponat, ac dulcescat, in confesso est. «Aqua marina, inquit Kuhnus, in cuius verba jurat Horvathus, à voraginibus maris, ipsis fretorum angustiis; aut propè littora maris reperiundis, aut perpetuò, aut per periodica temporum intervalla absorbetur (qua tamen de causa absorbeatur, laudati scriptores non exprimunt, præsertim quum ascensus contra leges hydrostaticæ fieri deberet), et in subterraneos insulæ aut terræ continentis meatus defertur: tum per horum meatuum ramos et ramusculos longè latèque infra tractus montosos, cavernosos, fistulososque distribuitur. Interea in toto ferè hoc itinere salsa illa aqua subterranea, per calorem subterraneum qui ferè ubique disseminatus est, ad insensibilem ferè exhalationem disponitur, vaporesque per loca fistulosa atque cavernosa in altiores altioresque cavernas sub ipsis tandem tractibus montosis sitas ascendunt, dum cavernarum fornicibus adhærent, ibique in guttulas aquæ dulcis conflunt. Porro guttulæ hæc quaquaversus versus latera fornicis defluunt in strata glareosa extror-

sum declivia, ex quibus in receptaculum satis amplum, sed parum profundum aqua colligitur, et per hujus emissaria paullo infra libellam collocata continuo erumpit, fontesque perennes ad radicem montis, aut jugi, aut collis scaturientes efficit.

368 Habes horum Physicorum theoriam circa modum, quo aquæ marinæ in dulces transmutantur. Miror tamen unde calorem illum subterraneum adeo potentem invenerint, qui tam grandem aquæ quantitatem in vapores resolvat. Certè ad magnas profunditates frigus satis intensum sentitur, quod non solum in Zona temperata, verum in torrida, etiam in locis calidissimis æquè obtinere certissimum est. Unde igitur hujusmodi fornaces reperiuntur, quæ tantam vaporum copiam excitent, ut fontium gelidas perennitates efficiant? Huc adde, aquam marinam in vapores resolutam 32 sui ponderis partem pro sedimento relinquere, ut in salinis, ubi hoc opificium exercetur fieri videmus; unde immensa illa salis quantitas extrahitur, quæ usui quotidiano hominum sufficiat. Jam verò quotidiana evaporatio, quæ tot fontium perennitates conservet, ex quibus flumina aquas suas derivant, adeo magnam intra terræ viscera salis quantitatem deponere debuisset, quæ et omnes illos meatus jamdiu obstruxisset, ac nulla prorsus evaporatio obtineri posset, et tractu temporis sale marino intra terræ viscera deposito, marinæ aquæ in dulces jam transissent. Quæ omnia quum perspicuè falsa sint, neque in exca-

vationibus hujusmodi salina strata reperiantur ad aquas marinas fontium originem referre, omni prorsus fundamento videtur destitutum.

369 At, inquit Horvathus, Kuhnus de monte Sclavoniæ *Odmislowst* hæc narrat ex Perraultio, Tract. de orig. font. pag. 819. Quum in hujus jugo montis ingentis molis lapidibus effosis ad 10 ped. profunditatis ventum esset, per rimas soli erumpebat vapor ad instar densæ nebulæ per totos 13 dies continuatus. Diebus autem 14 elapsis, fontes perennes ad radicem montis circumjecti aqua destituebantur. Eodem Perraultio referente, Monachi Ordin. Cister. Meudonii, qui locus 2 mill. à Parisiis abest, molendinum possident, aquis à vicino fonte perenni derivatis animatum. Quum fons iste aliquando in dies præter naturam parcius aquam effunderet, usumque molendini deteriorem reddere cœpisset, omnibus causam rei insolitæ requirentibus, tandem suspicio orta est, lapidicinam in vicino agro nuper exerceri cœptam, et ex cujus solo nudato ingentem per rimas vim vaporum continuo erumpere constabat, fortè in causa esse. Empto igitur exiguo vicino agro, id enixè curabant Monachi, ut lapidicina pristino statui redderetur, sperantes hoc facto fontem quoque solitam aquæ copiam præbiturum. Comprobavit consilium eventus, siquidem fons paucis diebus elapsis, aquas suas omnino recuperavit. Quæ exempla, fontes perennes eo, quem descripsimus, modo generari (scilicet ope ignis subterranei, cæcorumque meatum) argu-

mento sunt. Hactenus Horvathus.

370 Ego verò quo pacto hæc consecutio descendat, planè non video. Tota enim Horvathi ratiocinatio paucis comprehensa, in hanc abit. «Si hydrophylaciis, in quibus aqua reservatur, fontium perennitati inservitura, evaporationi permittatur, fontes amplius non scaturiunt: ergo fontes ab evaporatione aquæ marinæ ope ignis subterranei generantur.» Omnibus enim notum est aquas libero aeri permissas, continenter evaporari; unde ab exemplis à Peraultio adductis nihil aliud conficitur, nisi aquas in hydrophylaciis contentas, à quibus perennitas fontium conservatur, si aliunde evaporationi subjaceant, eam quantitatem aquæ fontibus præbere non posse, quæ ipsis alendis sufficiat. Hujusmodi autem evaporationi sine ullo interventu ignis centralis ubi aditus aeri atmosphærico patefiat, statim consequitur, quod, in lacubus, fluminibus, aquisque patentibus evenire quotidie experimur. Per totam qua latè patet Tiberis superficiem, quando aer tranquillus est, nebula quædam conspicitur elevari nocturno tempore, quæ matutino sub ortum solis ad sex, octo, duodecim pedes assurgit, donec à solis calore ac vento, qui tum temporis solet excitari, in altum elevata, in nubem concreseat, ut aliis nebulis evenire solet. Planum est, Tiberis aquas in Mediterraneum hac evaporatione imminutas se exonerare, quæ si impediretur, majori aquarum copia auctus, in Ostia Tiberina descenderet. Quare exempla adducta marinas eva-

perationes per fistulas, canales, aliaque à Kuhnio inventa, haudquaquam probare contendimus.

371 Prop. II. «Fontium origo à pluviis, nivibus, rore, non incongruè repeti potest.» Et quidem si aquæ marinæ modo supra descripto aquas fontibus non sufficiunt, ad pluvias, nives etc. recurrendum est, ut hydrophylacia impleantur, quæ alendis fontibus requiruntur. Hydrophylacia autem appellant internas montium cavitates, in quibus strata glareosa, argillacea etc. reperiuntur, ubi aquæ pluvix, nives solutæ, vapores concreti etc. per rimas, crepidines, foramina sublapsa colliguntur, ac paullatim adigente pondere, sese percolando, viam sibi aperiunt unde scaturigines, fontes, sudores aquosi derivantur. Hinc observante Vallisniero, in summitate montium nulli fontes reperiuntur, nisi sublimioribus aliis subjaceant, ex quibus ad eos aquæ descendant. Montes etiam lapidosi, aut qui compacta materia nullis stratis ad hydrophylacia excipienda destinatis constructi sunt, fontibus carent, quemadmodum illi etiam, qui sub cœlo arente collocati, pluviarum imbribus non humectantur, fontibus destituti compertum est. Flumina etiam detumescunt pluviis diuturno tempore cessantibus, ita ut plerumque æstivo tempore, postquam pluvix à duobus mensibus cessant, ad dimidiam suorum voluminum partem redigantur, ut ferme quotannis in Tiberi experimur.

372 Neque ad observationem Hirei recur-



ras, quam confirmat Plucheus, pluvias videlicet etiam post effusos imbres per plures horas continuatos, solum numquam plus, quam ad profunditatem sexdecim pollicum madefactum reperiri. Hoc enim est verissimum de solo complanato, ut plerumque sunt agri sativi, in quibus à cultura solum ita complanatur, ut rimæ omnes obcæcentur, aquisque aditus præcludatur. Verum in montibus, vallibus, anfractibus, collibus innumeræ observantur rimæ, fissiones, voragines; per aquas imbres, nives etc. in viscera terræ penetrant, ubi hydrophylacia disposita sunt, quibus contineantur, paullatim deindè, modo supra dicto, in apertum aquas receptas effundentia. Hinc, ut observat Vallisnerius, aquæ pluviae in metallorum fodinis, in montium cavernas copiosè post imbres descendunt, adeò ut vix 12 à pluvia elapsis horis, humor è fodinarum parietibus desudans, fossoribus multum negotium facessit: quod etiam in puteis evenire passim observatur.

373 Quod si sufficientem aquæ copiam à vaporibus haberi non posse contendas, quæ tot fluminibus, lacubus, animantium ac vegetantium usui sufficiant; jampridem Mariottus et Hallejus hunc scrupulum exemerunt, aquæ pluviae ac vaporum quantitatem ad calculos redigentes. Mariottus quidem Sequanæ aquas per Pontem novum altitudine média assumpta, singulis minutis transeuntes ad 200,000 pedes cubicos æstimavit. Hinc una hora dabit 12,000,000; ac dies solidus 288,000,000; annus verò 105,

120,000,000. Jam si aquæ pluviae quantitas solum irrigans, è cujus superficie aquæ in Sequanam influentes colliguntur, æstimetur; posita annua pluviae quantitate 15 pollic. altitudinem æquare, quæ procul dubio justo minor est; invenietur summa pedum cubicorum 714,150,000,000; quæ quidem sexuplo major est, quam sit aquarum summa, quas Sequana in mare exonerat.

374 Hallejus autem facto prius tentamine in aqua ob salis admixtionem marinæ persimili, et gradui caloris expositæ, qualis æstivo tempore maximus experiri soleat, invenit duabus horis evaporatione  $\frac{1}{3}$  pol. cub. partem evanescere quam commodioris calculi gratia  $\frac{1}{3}$  æqualem posuit, quæ minor vera est. Ex quo deducitur, spatio 12 hor. evaporatione mare  $\frac{1}{3}$  pol. cub. partem amittere. Fingamus superficiem maris majorem superficie terræ non esse, sed æqualem: quod tamen perspicuè falsum ex geographia, ex qua habemus, multò majorem partem in globi superficie aquas obtinere, quam terram. Jam superficies globi 25,797,278 leucas quadratas complectitur; quare superficies maris in suppositione prædicta erit 12,898,639 leucarum quadratarum. Non computata nisi 12 horarum evaporatione, neque ea, quæ à lacubus, fluminibus, plantis, animantibus habetur, procul dubio summam vera facile minorem obtinebimus; nihilominus summa hæc pedes cubicos 20,302,533,177,834 exhibebit.

375 Quod autem hæc quantitas pro omnibus orbis fluminibus sufficiens sit, ex his quæ in Mediterraneum, à freto Gaditano ad Pala-

dem Meotidem illud computando influunt, documentum capere possumus. Hallejus assumit superficiem maris Mediterranei, quod grad. 40 longum, latum 4 ponitur, qui numeri in superficiem quadratam redacti dabunt 160 grad. Gradus autem quadratus ex calculi Hallei per evaporationem dat 33 million. dolliorum, adeoque 160 grad. dabunt 5280 million. doliorum aquæ, qui singulis diebus à Mediterraneo evaporantur. Flumina majora, quæ in prædictum mare se exonerant, sunt Iberus, Rhodanus, Padus, Tiberis, Ister, Boristhenes, Tyra, Nilus, Tanais; ex his quemlibet ponit decuplam quantitatem aquæ effundere, quam Tamesis in mare deferat; quod tamen falsum est, quum aliquos ex dictis mole aquarum exæquet. Porro Tamesis quotidie 200,000,000 doliorum aquæ in mare effundit: quare novem illa memorata flumina, 1,800,000,000 in Mediterraneum deferent, quæ summa multo minor 5280 million. doliorum, qui ab evaporatione ex ipso quotidie elewantur.

376 Scio P. Ghezzi, Horvath, Kuhnium Hallei calculum elevare tentasse, contendentes maris evaporationem ab ea, quæ in vasis observatur metiri non oportere. Si vasculum, inquit ex Kuhnio Horvathus, ex dura materia paratum intus album, aqua limpida ad unius aut sesquidigiti altitudinem repletum soli æstivo exponatur; intra 3 vel 4 horarum spatium aqua omnis evaporasse observabitur. At in fossa aut stagno, cujus præsertim fundus mollis et obscurioris coloris, profunditate plurium pedum

existente, altitudo aquæ intra 4 imò 12 horas ferè nihil, intra plurimum dierum aut mensium æstivorum spatium parum notabiliter decrevisse reperitur. Unde quum marium præsertim Oceani profunditas plus millies excedat profunditatem stagni, aut lacus, aut terræ pluvia irrigatæ, et præterea fundus maris plerumque mollior et obscurioris coloris censeri debeat, quam terræ irriguæ aut stagni; sumptis superficiei in mari, in stagno, atque in terra irrigua æqualibus, aquæ ex mari evaporatæ quantitas, parvitatæ contemnendæ censenda erit in comparatione ad aquam ex stagno, aut terra irrigua eodem tempore evaporatam. Accedit quod ceteris paribus, calor aeris ambientis, evaporationem promovens, super terra continente semper intensior sit, quam præcui à litoribus super mari vasto. Verum etiamsi Haklei calculo nonnihil detrahendum foret, quod tamen non puto, quum plura sumat minora quam revera sint, ut evaporatio 12 horarum tantum, decupla 9 fluminum præ Tamesi aquæ quantitas, quæ certè à vero per defectum abludunt; quæ à prædictis auctoribus afferantur, ut evaporationem maris extenuent, ad trutinam veritatis expensæ, parvi pendenda sunt. Evaporatio quippè etiam nocturno tempore tanta est, ut sæpius nautæ vellera, lacinias, aliæque ad navis latera exponant, ex quibus crastino die non modicam aquæ dulcis quantitatem ab evaporatione inibi collectam exprimunt. Celebris est in Insula *Fierro* extrema ad occidentem ex Fortunatis, arbor illa *Ti*

et *arbor sancta* etiam ab incolis dicta, quæ in illo tractu, quem *Tigulake* dicunt, sita est, super altissimo scopulo sesquileucam à mari distante. Ibi sunt duo stagna aquarum singula 20 ped. quad. superficiei habentia, et 12 ped. profunda, in quibus aqua colligitur. Nebula densissima manè surgit è mari, quæ à vento pellitur ad scopulum, adhæretque foliis *Til*, ex quibus in subjecta stagna distillat aqua, pro rata portione singulis tractus incolis distribuenda. In S. Helenæ Insula ubi ad 2400 pedes montes assurgunt, tanta vis vaporis in regione dominatur, ut vestes, et omnia, quæ aeri libero exponuntur, continuo madefiant. Plura alia documenta afferre possem vehementi evaporationis marinæ, maximè sub Zona torrida, quibus enumerandis supersedeo, ne in immensum abeat oratio. Tantum monuisse sufficiat à Krast et Richman observatum, aquam eo vehementius evaporare, quo fuerit profundior: ex quo infirmatur adducta Kuhnii speculatio contra maris evaporationem in calculo Hallejano assertam.

377 Verum ne alias contra propositam sententiam oppositiones prætermittamus, ajunt 1. In sacro textu Genesis fontem terram irrigantem describi, antequam pluvie in terram decidissent: «Non enim pluerat Dominus super terram.... Sed fons ascendebat à terra, irrigans universam superficiem terræ.» R. verissimum hoc esse de pluvia concreta, ut post diluvium in terra effundi cepit: ceterum à Plucheii sententia, quam à Burneto mutuatus fuit, non abhorreo, qui ante diluvium orbi incognitos fuis-

se imbres statuit. Et quidem signum iridis in pignus datum à Deo hominum generi, ne in posterum aquas diluvii induceret in perniciem eorundem, satis indicat, ignotum etiam tum fuisse huiusmodi meteoron, quod ipsorum animos, à pluviis postea decidendis perterrefaciendos, confirmaret. Undè igitur, inquires, illius fontis origo? A vaporibus, inquam, in modum roris collectis. Imò in hebraico textu fontis nomen à Vulgata usurpatum, vaporem significare asserit cum alijs interpretibus Alfonsus de Nicolais, eruditissimus scriptor, qui verbum *Ed* hebraicum, vaporem reipsa significare contendit; fontisque nomine vapores in atmosphæra ab aquis emissos intelligi debere, à quibus superficies terrestris irrigabatur.

378 Ajunt 2. Calculi instituti incertis inniuntur principiis. Nam 1. omnes ferè dissident in assignanda aquæ pluviz altitudine: in Gallia 15 poll. definivit Mariottus. In Italia prorsus varius est numerus poll. assignatus: quum 18, 43, 45, imo usque ad 67 à Zenderinio extendantur. 2. Gualterius contraria omnia irritò calculo deduxit; aquam scilicet pluviam, quæ in tota Italia unius anni tempore decedit, longè deficere ab ea, quam flumina hujus regionis in mare exonerant. R. Hæc quidem satis probant, spiritu partium homines plerumque in quæstionibus duci, quod ni accideret, ad paucas sanè disceptationes philosophia redigeretur. Quicumque tandem sit numerus pollicum, ad quem aquam pluviam reducere volueris, illud certum, vel sola oculorum inspectione satis su-

perque cognosci, numerum à Mariotto assertum minorem esse vero, quum Para 20 poll. assignet. Polenus quidem ex decem annorum observatione, Patavii summa diligentia peracta, ad 45 poll. aquas pluvias inibi deciduas definivit. In Gualtierii calculo multa reprehenduntur: nam et nives in Apennino et Alpibus copiosissimè deciduas, à quibus major pars fluvialis aquæ derivatur, non computavit: et omnium Italiæ fluminum aquas æquales facit aquis in canali 1250 ped. lato, ac 15 ped. profundo decurrentibus, quod à veritate prorsus alienum est.

379 Ajunt 3. In summa etiam siccitate, atque in editissimis montibus fontes observantur nulla salientium diminutione perennes: quis autem sibi persuadeat in tanta ariditate et altitudine hydrophylacia conservari alendis fontibus sufficientia? R. Hujusmodi perennitates, quæ confidenter asseruntur in summa siccitate permanere, non adeò veræ sunt, *ut nihil sit, quod ipsis demere possis*. Vidi enim anno 1780, quo summa fuit siccitas in universa Italia, omnes salientes tusculanos, qui copiosissimi et perennes sunt, ferè defecisse. Deinde fontes illi, qui in vertice, aut propè summitatem aliquorum montium, aut parvarum insularum, quæ nullos habent proximos altiores montes, è quibus aquas derivent, si qui sunt, ex aliis remotioribus illas habere dicendum est, quorum canales per occultos terræ meatus ad alias summitates aquas deferunt, ut de tubis communicantibus in Hydrostatica ostendimus. Neque enim opus est, ut mons monti immineat,

ut ab uno ad alterum aquæ deferantur. Sæpissimè fontes, ac putei, longissimè ab eo loco, ubi scaturiunt, sua hydrophylacia habent, quæ ipsis aquas sufficiant. Magna etiam aquarum copia, seu rivuli, ac flumina etiam subtus terram silenter cursum suum peragunt, atque in mare labuntur, quin se conspicienda nobis præbeant. Hinc epigramma illud ab Iriarte de Ana flumine, quod per longum terræ tractum, uti alia semper occulta faciunt, sub terra latet:

Amnis et ales Anas mutuant cum nomine mores;  
Mergitur amnis humo; mergitur ales aquis.

380 Demum ne ab argumento discedamus, quin verbum de fontibus intermittentibus, aut corpora in lapides, ac metalla commutantibus, faciamus; plures sunt fontes per aliquot horas fluentes, deinde intermittunt, fluxum recuperant, semper cum cessatione fluxus alternando. Apud Quissacum, Nemausiensis ditionis oppidum, fons quidam sulphureus per 7 horas ac 25 min. fluit; deinde 5 horis cessat, fluxum illis transactis recuperaturus. Similem alium existere narrat Dechaies propè Chamberium urbem Sabaudiaë principem. In Vestphalia alium refert Horvath. Sunt qui interdium fluant; noctu cursum sistant, ac vicissim. Inter Arcas et Raphanxas Siriaë urbes fons quidam observatur, qui sex diebus fluit, septimo cessat, dictus propterea *Sabbaticus*. Omnia tamen quæ referri solent de hujusmodi fontibus vera esse, affirmare non ausim. Quidquid tamen sit de miris



hisce narratiunculis, certum est, non aded arcanum hoc naturæ secretum, quod ex legibus physicis explicari non possit. Sit crus alterum siphonis recurvi intra vas collocatum, ut AB (fig. 36), altero crure C extra vas desinente. Si aqua altitudinem siphonis superaverit in B, tota aqua in vase contenta effluit, tumque fluxus cessabit, nisi iterum vas impleatur ab aqua ex S decidente, quæ ad B ascendat. Planum verò est, diuturnitatem fluxus et cessationis à siphonum influentium, et effluentium capacitate pendere; unde illa varietas in periodo oriri debet, quæ in diversis fontibus notatur.

381 Est apud Hammonis fanum fons luce diurna  
Frigidus, at calidus nocturno tempore fertur.

Paulianus hoc phænomenon à Lucretio descriptum, derivat à calore solis, aerem fontem circumambientem dilatante, ex quo particulae minerales aquam ad fermentationem excitantes dissipantur: adeoque aqua frigida, aut minus calida, quam nocturno tempore sentitur. Tum enim aere condensato à nocturno frigore, dissipatio particularum impeditur, à quibus aqua fermentescit, ex quo in ea calor concipitur. Hæc expositio magis Physicam sapit, quam illa Lucretii, quam videsis lib. 6, v. 848. Posset etiam fieri, ut aer in Lybia nimium à sole diurno calens, ac nocte frigescens id faciat, quod in puteis hieme ac æstate evenire nobis experimur, ut aquam calidam hieme, frigidam æstivo tempore sentiamus; quæ reapse eandem

temperiem toto anni tempore servat. Regnault hoc phænomenon multiplicat, alterum fontem Ammoni tribuens, alterum in Cyrenaica, quæ provincia Libyæ est, collocans, in quibus hæc diurna aquæ refrigeratio post nocturnam calefactionem pariter edatur; quod forsitan ejusdem phænomeni duplicatio est.

382 Denique fontes quidam sunt, à quibus ligna lapidescunt, ut apud Clermontium in Gallia; aut in ferrum, aut cuprum transmutantur, quorum numerus non exiguus in Polonia invenitur. Lacus etiam in Hibernia insignis est, eo quod pars baculi intra limum demersa in ferrum, quam alluit aqua, in lapidem convertatur. Nimirum tenuissimæ particulae ferri intra limum existentes, poros ligni invadunt, ab eisque quadam crusta obducitur lignum, ut à caloribus fieri solet. Idem ad exilissimas limi particulas per aquam diffusas extendendum est, quæ in poros ligni se insinuantes, superficiem ejusdem crusta obducunt, perinde ac coloribus ligna tingere solemus. Quare hujusmodi ligni in lapidem, ferrum, cuprum etc. quod aliis corporibus in hujusmodi aqua infusis evenire etiam planum est, transmutatio vera non existit, sed obductio, aut applicatio ad ejus poros, in quorum cavitates particulae extraneæ sese insinuant.

## CAPUT TERTIUM.

## DE MARI EJUSQUE AFFECTIONIBUS.

## §. I.

*De Maris salsugine, ac profunditate.*

383 **A**quarum congeries, quæ terras habitabiles circumambit, mare appellatur. *Caspium* mare inter confinia Imperii Russici ac Persici situm, in hac notione quidem certè non comprehenditur. Nullam enim communicationem externam cum reliquis maribus habet; etiamsi plures contendant per occultos ac subterraneos meatus cum Sinu Persico communicare. Ceterum reliqua congeries aquarum, quæ terras habitabiles circumcingit, invicem communicare certum, exploratumque est in Geographia. In quatuor majores partes distribui solet mare; nempe *Oceanus occidentalis*, seu *mare Atlanticum*, Americam inter, atque Europam jacet: *Eoum* seu *Indicum* à Promontorio *Bonæ Spei*, ad Sinas usque comprehenditur: *Oceanus*, seu *Mare Australe*, *Pacificum* etiam audit, atque ab Americæ littore occidentali, ad littora *Asiæ* computatur: denique *mare Hyperboreum*, seu glaciale, versus polum arcticum situm est.

384 Tria præcipuè in mari considerata veniunt, quæ inter naturæ arcana profundiora censi debent: nimirum *salsitudo*, *profunditas*, ac *mirabiles ejus elationes*, ut eas appellat Pro-

pheta Regius, sive æstus marini, qui semper Philosophorum ingenia torserunt, si Newtonianos demas, quorum attractio feliciter omnia naturæ phænomena explanare consuevit. Nos historicum magis quam physicum in hoc capite agemus; quoniam mira illa sæcunditas omnia ad calculos redigendi, nobis non contingit, ut attractiones solis ac lunæ quasi in bilance ponderemus: et quæ de maris salsugine ac profunditate, quæ primum tractanda sunt, adeò incerta nobis videantur, ut solum temerè pronunciare sententiam possemus. Scimus quidem maris salsuginem à particulis salinis provenire: quis enim *nulla in tam salso corpore mica salis* esse affirmabit? Hic tamen unde sal mari proveniat, quæritur; non jam *utrum maris salsitudo à particulis salinis oriatur*, quod nemo umquam dubitavit.

385 Aristoteles à particulis salinis solis calore in atmosphæram elevatis à terra, ac una cum pluviis in mare decidentibus ejus salsuginem oriri affirmavit. Verum aqua pluvialis in nostros usus derivata, nullam salsitudinem ostendit; nisi aquas in mare decedentes alius esse naturæ, atque illæ quæ in terras funduntur, contendat: quod nescio, an aliquis tam docilis hodiè jam inveniat, qui talia credat commenta. Alii ab adustione solis in superficiem maris continenter exercita ejus salsuginem derivari autumant; idque confirmare conantur ex eo, quod aqua maris salsior in superficie, quam in fundo sit. Verum lacus eandem adustionem à sole patiuntur, nec tamen omnes salsi sunt. Ad

salem fossilem à fluminibus devectum recurrit Berthier, ut maris salsuginem explicet. Alii ad promptuaria salis, bituminis, nitri, quæ in maris fundo reperiuntur, amaritiem, ac salsitudinem marinæ aquæ derivant. Bouhursius tamen, à quo non dissentiunt Paulianus, ac Vernejus ad primigeniam constitutionem mundi refert maris salsitudinem; à Deo ita conditum asserens, ut ejus aquæ incorruptæ motu perpetuo, ac salium admixtione conservarentur: quod quidem miris à similitudine veri, nobis etiam abhorrrere videtur.

386 *Amarities* etiam alia est aquæ marinæ proprietas, quæ quidem à salsitudine diversum principium habet. Certum enim est aquam à sale salsam fieri, amaram non item, ut quivis facili experimento tentare potest. Quare à bitumine, sulphure, nitro, sale, quæ marinæ aquæ admixta censent, ejus amarorem oriri plures contendunt, attestante Pauliano, ex mixtione 23 unc. aquæ pluvialis, 3 unc. part. salis marini, ac 48 grân. spiritus bituminis, aquam marinæ quam simillimam fieri, ejus salsitudinem ac amarorem referentem. Poissonier, Medicus Gallus, anno 1764 et 65, facto periculo ostendit, aquam marinam quatuor diversos sales continere. 1. Marinum seu commune. 2. Acidum marinum conjunctum cum parte terreæ ex testis, et stirpibus, aliisque. 3. Glauberi salem. 4. Salem selenitem. Recentes chemici ab *acido muriatico* cum calce, et magnesiâ combinato amaritiem provenire autumant. Vide infra art. 476, et seq.

387 Enimverò hæc omnia mari adventitia existimat Hallejus, aquamque maris dulcem ab initio à Deo creatam ponit: ipsi tamen accessione temporis advenisse salsitudinem, et amaritiam ob promptuaria salis, bituminis, nitri etc. quæ in fundo maris, et in terra existunt, et à fluminibus præterlabentibus deferuntur, contendit. Hinc ex maris salsugine mundi ætatem definiri posse autumavit; dummodò incrementum salsitudinis maris per 100 annorum spatium inveniatur. Ceterum his ingeniosis commentis prætermissis, aquam marinam à salis promptuariis in maris fundo existentibus ex eo confirmant, quòd sub Zona torrida mare salsius inveniatur, quam in temperata aut frigida. Quam quidem ratio non magni ponderis mihi videtur, ut propositum ostendat. Potest enim fieri, ut major illa salsugo à proluxiore aquarum evaporatione, aut etiam à calore aeris et aquæ proveniat. Compertum enim est, aquarum saporem magis intendi, dum calidæ sunt, quam si frigidæ palato admoveantur. Fibrillæ etiam linguæ poros à calore apertiores habent, unde salium vellicatio vehementior sentiri debet, quam dum frigore constrictæ aditum difficiliorem particulis salinis præbent. Quæ omnia quum intra tropicos, maximè ad superficiem maris, simul obtineant, non incongruè intensior ille sapor ab ipsis repeti potest.

388 Aquæ marinæ purgatio multum exercuit Physicorum ingenia. Plures methodi inventæ sunt, quibus aqua maris sale depulso potabilis evaderet, quos videre licet apud

Muschemb. Verum omnia irritò conatu tentata, ostenderunt naturam ducem sequi oportere, quæ evaporationem unum adhibet adminiculum, ad aquas marinas potabiles efficiendas. Et tentaverant quidem plures, maris aquam distillatione dulcem efficere; irritò tamen conatu omnia successerant. Obsistebat etiam in navigationibus, quarum usui præsertim Physici insudabant, difficultas tot ligna parandi, quibus ignis aleretur, aquæ distillationi necessarius. Gautierus tamen, medicus Gallus, dicitur utrumque incommodum superasse. Nam intentus in modum, quo natura evaporationem excitat, à parte superiore aquas calefaciens, hanc methodum in distillatione adhiberi oportere existimavit. Et obtinuit quidem Pauliano teste anno 1717 aquam hac methodo distillatam adedò dulcem ac potabilem, quæ omnes fontium aquas celebriores bonitate superaret. Hoc tentamen in navi bellica, cui erat insigne *Tyton* in portu *Oriente* dicto peractum fuit, ac 24 horis igne agente modo supradicto 9 ped. cubicos aquæ dulcis extraxit; qua per plures dies nautæ etiam jejuni potati sunt, quin ullum valetudinis incommodum senserint, ut in aliis aquis distillatis ex marina etiam tum expertum fuerat. Quidquid sit de hoc Gauterii tentamine, illud certum est, ejus methodum in usum deductam non fuisse in navigationibus, ut ex Bougenvillei, aliorumque per globum circumvectionibus legere licet in historia ab ipsis evulgata, in quibus, si aliàs unquam, Gauterii inventum in subsidium vocari debuisset.

389 Quin ignem supernè applicaret, Doctor Irving, anglus, aquam dulcem ope distillationis è marina deduxit, tubum commentus ex latina ferrea stanno obducta, quam *latam* vocant. Hic tubus, seu tympanum vocare malueris, caldariis culinaribus velut operculum aptatur, in eoque aqua marina deponitur, ut calore ebullitionis ciborum evaporatio excitetur. Deinde tubus alter ad conicam figuram accedens, ut infundibula fieri solent, horizontaliter collocatur, supra alterum caldariæ impositum, ita ut angulum rectum cum ipso efficiat. Tubus horizontalis ad quinque pedes protenditur, ac per ipsum vapor ex aqua marina ascendens defertur: qui quidem tubus pannis frigida madefactis continenter frigefieri debet, ut vapor in aquam concreescens, per alteram extremitatem defluat. Hanc machinam describit in historia suæ circumvectionis maritimæ navis ductor *Phipps*, qui jam inter Dynastas Anglos adscitus, in *Mulgrave* nomen commutavit. Beneficio hujus machinæ ad 160 phialas aquæ dulcis quotidie obtineri, testatus est ipse Mulgravius Josepho Poli, dum Londini peregrinaretur; eamque potui optimam, nec gutturi ingratam, se expertum fuisse, eidem asseveravit. Hinc tentamina Halesii, aliorumque ideò parum in hoc negotio processisse, suspicari licet, quod ad ignem vehementiorem evaporatio excitata fuerit. Sanè Macquerus sola distillatione aquam maris æquè potabilem expertus est, ac fluviatilem eodem modo distillatam. Bergmanus etiam plura disserit de aquæ marinæ dulcedine obti-



nenda. Et quidem quod huic negotio maxime obstasse suspicabantur, bitumen scilicet, quod aqua maris infecta creditur, asseveranter Josephus Polius verum esse inficiatur; quod nos in medio relinquimus.

390 Circa maris profunditatem non minor est inter Physicos ambiguitas. Hoc unum apud omnes convenit, maris alveum inæqualis profunditatis ubique existere. Illum sibi fingunt plerique superficiei terrestris simillimum; in quo valles, montes, cavernæ, anfractus innumeri reperiuntur, quæ omnia scabrum prorsus, ac inæqualem ipsum craterem efficiunt. Et quidem insulæ tamquam eximii montes mariui concipi possunt, aut velut emissentæ quædam ipsius soli marini, quæ ut terrestres montes alteri supra alteros impositi, ad magnam evolvuntur altitudinem. Ex hac analogia deducit Cornæ Maritima, maximam profunditatem maris summæ montium terrestrium altitudini respondere, qui ad tria miliaria supra maris superficiem etiam altissimi vix attolluntur. Hæc quidem sententia à similitudine veri non abundat; rem tamen certò definire, et communem ejus profunditatem ad 250 hexapedas, maximam verò ad 3000 statuere, divinare est potius, quam Physicum agere. Nulla enim tentamina eo usque procedere possunt, ut maris fundus ubi profundissimus est, funibus etiam magnis ponderibus appensis, contingatur. Nam funes aqua leviores sunt; unde tot funium ductus demitti possunt, qui gravissima etiam pondera levitate superent, ex quo massa plumbi aut ferri

inter aquas suspensa remanere debet, quin ad fundum maris perveniat. Catenis id quidem tentandum foret; unde tamen catenam ferream 3000 hexaped. longam parabis?

391 Denique ut verbum de superficie maris addamus, ex novissimis Anglorum circumvectionibus fermè duas tertias superficiei globi terrestris partes superare, sine ulla temeritate pronunciari potest. Cookius enim antarcticas regiones, quas veteres geographi suspicabantur existere, nullas esse detexit; nec nisi immensas glaciei moles à septuagesimo latit. Austr. gradu invenire potuit. Reliqua autem superficies tum terrestris, tum maritima ad arcticum polum jacens, omnis ferè lustrata est; atque ex chartis geographicis tutò conjici potest, omnibus utrinque compensatis, aquas maris ferè duas tertias globi terrestris partes obtinere. Quod enim de æquilibrio utriusque hemisphærii antea adducebatur, nullius ferè est momenti, ut magnum terrarum tractum ad partem australem collocemus. Nam præterquam quod hoc non à geographorum arbitrio, at à supremi Conditoris sapientia, ac voluntate pendet, æquilibras inter utrumque hemisphærium innumeris aliis modis statui potest, ut rem perpendenti patebit, quin ad continentem australem recurrere opus sit, ut à veteribus geographis factum fuerat; rem magis è suo tenui modo concipiendi, quam è thesauris divinæ sapientiæ deficientes, cui plura quam ipsis suppetunt pondera in altera lance collocanda ad æquilibrium constabiliendum.

392 Superficiem maris esse *physicè* sphaericam passim leges: en quo id fundamento asserunt. « Ea est fluidorum omnium natura, inquit, ut in inferiorem locum, si modo possunt, semper dilabantur: igitur in superficiem sphaericam esse componat aqua necesse est: quo fit, ut omnes fluidæ superficiei particulae æqualiter à centro distent, quemadmodum natura sua feruntur. » Totidem ferè verbis idem antea scripserat Monteiurus. Verum hi auctores ad sensum tantum, non *physicè* sphaericam ajunt esse figuram telluris; atque « versum polos solummodo, non ad æquatorem totam tellurem complanatam esse... potissimum cum res ipsa posita diminutione gravitatis versus æquatorem, evidentissimè, et irresistibiliter deducatur. » Enimverò si superficies terrestris elatior in æquatore, depressior ad polos; si minor est gravitas in primo, quam in altero telluris loco, fieri non potest, quin mare eandem induat figuram, atque in æquatore eleveatur, ad polos deprimantur ipsius aquæ. Ex quo figuram maris ad sphaericitatem componi non posse, res est manifestissima. Ad sensum tamen, ut tellus nobis sphaerica apparet, ita etiam mare, quod maximam ejus superficiei partem occupat, figuram exhibebit sphaericam. Maris tamen superficies depressior est terrestri, quoniam littora ipsum continent: ac barometri altitudines majores ad mare, quam in terra observantur, quod signum evidentissimum est, majoris depressionis in mari, quam in superficie terræ, quam alluit.

393 Sunt qui putent mare continenter à polis versus æquatorem refluerere; quod quam verum sit, definire non ausim. Minus verò motus, qui mari tribuitur intra tropicos ab Oriente in Occidentem mihi probatur. Quam enim afferunt rationem, facilioris navigationis ab Europa in Americam intra tropicos; admodum difficilis regressus per eandem viam ex America in Europam, ut in prima sua expeditione expertus est Columbus; hoc non à motu maris ab oriente in occidentem, at à ventis orientalibus constanter intra tropicos flantibus, desumendam videtur. Quod si à ventis nonnihil aquarum superficies secundum suam directionem rapiuntur, motus hic mari omninò extraneus est, neque tamquam proprius ipsi adscribi debet.

## §. II.

### *De Maris æstu.*

394 Oceani aquæ sub zonis torrida ac temperatis spatio 24 hor. ac ferè 49 min. bis attoluntur, ac deprimuntur; quod phænomenon maris æstum appellare consueverunt. Ceterum ut alterum ab altero motum distinguant, elationem aquarum *fluxum*, earumdem depressionem *refluxum* vocant. Æstus maris non multum græcos Philosophos occupavit, eo quod in mari Mediterraneo ferè insensibilis sit, cujus aquæ Græciam alluunt. Nec satis invenio, undenam Eulerus accepit, Aristotelem, dum in India cum Alexandro versaretur, voluisse motum maris refluentis sequi, ex quo retroactis

violenter undis, vi refluxus ab aquis suffocatus, morte curiositatis poenas luit, ut refert Tom. 1. Epist. 63. Nam neque Stagiritam cum Alexandro in Indiam profectum usquam legi, et fluxus maris non ita instantaneus est, ut hominem etiam imparatum obruere queat. Scio à nonnullis referri, ipsum aut animi agritudine, aut sui præcipitio in Euripum periisse, eo quod ipsius æstus concipere non posset. Hæc tamen narratiuncula inter vulgares fabulas à Criticis relegatur. Quidquid sit de Aristotelis morte, illud certum, nonnisi per transennam de maris æstu ipsum agere in lib. de mundo cap. 5, ubi hæc habet: « Ajunt etiam multos æstus, undarumque sublationes statis quibusdam temporibus cum luna circumagi. » Ceterum et Ciceronis (2. de Nat. D. c. 7), et Cæsaris tempore (lib. 4. de bel. Gallico), ac postea à Seneca (lib. de Prov. c. 1, et in Quæst. lib. 3, c. 28), ac Plinio (lib. 2, c. 97) æstus maritimi nulla ambiguitate lunæ tribuebantur.

395. Et quidem nisi cacoethes novi aliquid proferendi, philosophos plerumque invaderet, octodecim illæ opiniones circa fluxum, ac refluxum maris à Ricciolo enumeratæ, quibus aliæ P. Castel, Fournierii etc. adjungi possent, haud quaquam recenserentur. Profectò æstus maritimi adeò cum lunæ motu consentiunt, ut nullum supersit dubium, ab hoc planeta præcipuè provenire; quæcumque tandem sit causa *pressionis*, aut *attractionis*, à qua exponi phenomenon oporteat. Nam in hoc dènum inquitur, ut ajebat Daniel Bernullius, in quam

ex his duabus sententiis melius lunæ actio in marinas aquas exponatur. Nos rem in medio relinquentes, utramque opinionem explanabimus, præmissa phænomenorum narratione, de quibus nulla apud omnes est ambiguitas. Quæ quidem phænomena in tres classes distribuuntur; diurna nimirum, menstrua, et annua, de quibus singillatim, quam brevissimè tamen, agendum est.

396 *Phænomena diurna.* Singulis diebus, ut modò diximus, marinæ aquæ bis intumescunt, ac detumescunt: ita ut ad littora fluant, ac deinde refluant, siccam relinquentes partem, quam occupaverant. Fluxus durat horas 6 min. 12 idemque tempus in refluxu consumitur, atque ideo in duplici fluxu ac refluxu diurno 24 horæ, ac 48 min. impenduntur; quod adamusim respondet diei lunari, sive revolutioni diurnæ, qua luna ad idem meridianum regreditur. Aquarum elevatio maxima tribus circiter horis contingit, postquam luna per meridianum transivit, aut ad oppositum meridianum in altero hemisphærio appulit. Verum hiems tempore intumescencia matutina major est vespertina; æstivo autem hæc alteram excedit. Demum in zonis frigidis nullus ferè animadvertitur marinus æstus.

397 *Phæn. menstrua.* In lunæ quadratura seu primo et altero lunæ quadrante æstus maritimi minimi sunt: in syzygiis seu novilunio ac plenilunio, maximi observantur. Differentia est ut 9:5, aut etiam ut 2:1. Attamen in eadem lunæ periodo, ceteris paribus, ma-

jores æstus in conjunctione cum sole, quam in plenilunio contingunt. Hujusmodi autem incrementa ac decrementa sensim fiunt, prout luna à quadraturis ad syzygias, aut viceversa convertitur. Varietas etiam in æstu non exigua in aquarum elatione majore, dum luna in perigeo versatur, quam dum in apogæo existit, ceteris paribus, animadvertitur. Idemque contingit, quando per æquatorem decurrit, quam dum tropicos invisit; quo tempore minores sunt æstus præ altero.

*Phæn. annua.* In æquinocitiis æstus maximi in syzygiis notantur, in quadraturis minimi, quam sunt reliquæ anni tempore. In solstitiis, æstus minores sunt, quam in ceteris lunæ revolutionibus menstruis intra annum occurrentibus: at in solstitio hiemali terra in *perihelio* existente, majores præquam in æstivo notantur, terra *aphelium* tum temporis tenente.

398. Schol. Prædicta phænomena non adeo generalia sunt, quæ plures exceptiones non patiuntur. Nam 1. quantitas elationis aquarum varia est pro diversitate locorum: sub zona torrida ad 12 ped. elevari debere, attractionum calculatores definiunt; quod tamen ejus votis non ubique respondet. 2. Ad portum *Brivatam*, *Brest* dictum, ad 60 apud *Macloviopolim* vulgo *S. Malo*, ad 80, ad *Bristolium* in Anglia quandoque ipsos 100 ped. excedit aquarum sublatio; quod Eulerus angustiis, quibus Oceanus in his portibus coarctatur, attribuit, extensionem elevatione aquis compensantibus. Si enim, ait laudatus auctor, 12 ped. quos aquæ

sub zona torrida eleuantur, ad nos usque tempore veri refluxus p̄venirent, omnis ora maritima aquis Oceani obrueretur: quod quam verum sit, aliis discutiendum relinquo. In Tunquinensi mari portus jacet *Batsham* dictus, qui semel tantum in die æstum sentit; præterquam in æquinoctialibus lunæ *syzygiis*, tum enim planè quiescit nullo æstu perturbatus. Alibi etiam plures quam duo dietim observantur maris æstus. 3. In mari Mediterraneo æstus insensibilis est. In Adriatico verò ad aliquod pedes assurgit. Neque ad chartas geographicas provocare licet, ut è diverso utriusque situ lunæ actionem in ipsa diversam reperiamus. Planum quippe est cuilibet et chartas geographicas, et Italiæ positionem intuenti, in eadem directione jacere mare Adriaticum, et Ligusticum; in primo tamen æstus admodum notabilis, in altero prorsus insensibilis est, ut norunt omnes, qui utriusque oras legerunt. Quæ quum ita sint, atque à lunæ actione rem provenire, amoto partium amore, candidè profiteri debeamus; huiusmodi variationes ab occultis causis lunæ actionem impredientibus, variantibus, aut quoquo modo modificantibus proveniant, necesse est. Quæ tamen non phantasticis speculationibus in conclavi litterario, at sædula locorum inspectione; ac si fieri posset, alvei præcipuè maritimi perscrutatione definiendæ forent. Quod quidem optandum magis, quam sperandum est. Sed jam ad expositionem systematum veniamus.

399 Cartesius à pressione lunæ in materiam subtilem vorticis terram ambientis (Phys. gen.



213) maris æstus derivat. Et 1. ponit terræ vorticem ellipticam formam habere, ex quo phænomenorum varietatem exponere conatur. Nam dum luna per ellipsim AGHI (fig. 37) circum tellurem agitur, materiam subtilem terrestris vortice premit; ex cujus pressione in aquas BL aut EE fluxus ad oram maritimam consequitur, atque aquarum elevatio. Enimvero æstus in hemisphæriis oppositis BL, EE eodem tempore observatur, quod Cartesius recessui telluris à centro C tribuit. A luna enim superincumbente medio vortice AB compressa, nonnihil tellus recedit ab L in F: ex quo materia subtilis per minorem canalem FH transire cogitur, unde aquæ in L eodem modo atque in B, eodemque tempore comprimuntur.

400 Quod ad æstuum diversitatem attinet, eadem ingenii sagacitate rem expedit Cartesius. Etenim syzygiarum tempore in duabus extremitatibus axis minoris G, I luna versatur; quare minore existente ipsius à terra distantia, pressio major consequi debet, ex qua compressione fluxus aquarum ad littora vehementior, atque elevatio major sequatur, necesse est. Quum autem æquinocetiorum tempore in minore orbis elliptici parte sol et luna versentur; aut congregiuntur in conjunctione, aut utramque extremitatem in oppositione occupant, unde materia subtilis per angustiorē canalem adacta, ac validius repressa, in subjectas aquas receptam impressionem transmittit; ex qua major earundem ad littora affluxus tum temporis consequitur. En itaque phænomena generalia in sys-

temate cartesiano optimè explanata: quæ enim variationes peculiare observantur, in æstu, hæc littorum positioni, maris per occultos canales recessui, aliisque peculiaribus causis sunt adscribendæ.

401 Plura tamen sunt, quæ negotium facessunt in hoc systemate, neque unquam à medica manu reformatorum ejusdem opem validam obtinuerunt, ut rectius valerent; etiamsi geometricas demonstrationes nonnulli jactent, quæ ipsorum auditores tantum terrere possunt. Nam 1. systema totum hypothesi vorticum innititur, quæ hypothesis quam ruinosa sit, norunt omnes, qui partium amore non ducuntur (Phys. gen. 213). 2. In medio Oceano æstus tempore ex doctrina Cartesii aquæ depriuntur, non attolluntur; maximaque aquarum depressio tempore, quo luna perpendiculariter imminet Oceano, exerceri debet: quam quidem depressionem, quamvis difficile sit experimentis falsam ostendere, nescio an plures dociles auditores nanciscantur, quibus eam suadeant Cartesiani. 3. Adductio illa centri terrestris ex L in hemisphærio lunæ opposito, quæ nullis tabulis aut testibus comprobatur, materiam subtilem vorticis recedere quidem cogeret ab L in H, pressionem tamen nulla materia subtilis contra aquas exercere potest, quoniam nullum est corpus, à quo in arctum redigatur, ut evenit in hemisphærio, in quo luna versatur; tum enim à luna, ac tellure coarctatur; unde pressio sequi debet. In opposito autem hemisphærio materia subtilis recedet, propte-

rea quod levissima est, ac movetur facillimè.

4. Quoniam pressio perpendicularis major est, quam obliqua, elationes maximè sub tropicis in loco, cui imminet perpendiculariter luna responderent: observationibus autem constat, aquas minus sub zona torrida, quam alibi assurgere, ita ut in Insulis Philippinis, atque in Oceano Pacifico vix ad plussculos pedes mare elevetur.

402 Newtonus ab attractione lunæ ac solis in aquas marinas exercita omnium æstuum phænomena dilucidare conatur, et quidem amoto partium amore candidè fatendum est, in ejus hypothesei generalia phænomena nitidè explicari, etiamsi in peculiaribus locorum æstibus ejus regulæ non observentur, quod etiam in cartesiana hypotesi evenire modò notavimus. Ac 1. Newtonus ponit, aquam maris fortius à tellure attrahi, quam à luna, et sole simul attrahatur: at quoniam luna quam proxima terræ est respectu solis, ejus attractio in aquas non adeo insensibilis est, quæ effectum conspicuum in ipsis non producat. Quod pariter ad actionem solis extendendum est, cujus moles maximam ejus distantiam compensat. 2. Calculo inito virium utriusque planetæ, aquas Oceani ad 12 pedes sub æquatore elevari deducit; ex quibus novem pedes  $\frac{1}{4}$  lunæ competent, 2 ped.  $\frac{1}{4}$  soli tribuuntur. 3. Sol et luna continenter respectu terræ positionem mutant; ita ut quaudoque eorum vires simul conspirent, postea sensim recedant, angulari obliquitate continenter variata; ac proinde effectus

virium etiam variari debet. 4. Aquarum inertia, atque in terræ centrum gravitatio non parum motui ab attractione luminarium imprimendo resistunt; adeoque paulatim massæ aquarum communicari debet motus, vi cujus eleventur. Hinc affectus virium attractivarum non instantaneus, at successivus esse debet, ac æstus sensim crescere; ex quo fluxus complementum, non quum luna per meridianum transit, sed tardius; duas videlicet horas, aut paulò serius postquam meridianum est prætergressa, experiri debet.

403 His-positis, ad phænomenorum expositionem iatrepidi descendunt newtoniani, omniaque ex preiactis fundamentis nitidè consequi affirmant. Nam quod ad phænomena diurna attingit, 1. elevationem contemporaneam aquarum in duobus oppositis hemisphæriis spontè ex attractione lunæ derivari contendunt. Ponamus lunam in puncto L (fig. 38), centro terræ T imminere, aquasque maris ipsam circumambientes in FCfO intelligamus: aquæ ad G erunt in *conjunctione*, ad O in *oppositione*; dum Ff sunt eodem tempore in *quadratura* cum luna L. Partes in C propiores sunt lunæ, quam in Ff; adeoque magis ab ipsa attrahuntur. Deinde partes in C actione perpendiculari, ac proinde simplici attrahuntur; at in Ff oblicuè, actione proinde, quæ in duas resolvi potest, atque ex hac virium æstimatione utraque vis debet computari (Phys. Gen. 178, et seq.). Actio in C aquas ad lunam tota sua vi ascendere cogit, ac punctum etiam T seu centrum telluris eodem

modo ad se trahit: non ita evenit in  $Ff$ , ubi actio  $LF$  in duas directiones resolvitur  $AF$ ,  $FT$ , ex quibus  $FT$  ad centrum telluris aquas trahit; ac proinde hæc vis accrescit gravitationi aquarum in centrum, ex quo ipsarum depressio consequitur, quo tempore in  $C$  elevantur. Idem dicendum de parte altera  $f$ , ne eadem repetamus.

404 Porro ex legibus attractionis in ratione directa massarum, et inversa quadratorum distantiae, partes in  $C$  magis, quam in  $T$  existentes ad lunam accedunt, et hæc magis adhuc quam in  $O$ . Quare ex pressione majore aquarum in  $Ff$  contra centrum  $T$ , et ex hujus recessu, seu attractione, vi cujus accedit ad partem  $C$ , quasi ab  $O$  recederet, elevatio aquarum ad partes  $O$ , hemisphærii oppositi hemisphærio  $C$ , sequatur, oportet. Quum verò luna fuerit per quadrantem promota, puncto  $F$  imminabit, in quo omnia procedent eo modo, quo in  $C$  evenire demonstravimus, ac proinde aquæ in  $Ff$  elevabuntur, in  $C$  et  $O$  deprimuntur. Exemplo sphæræ id amplius illustrant, quam si ad polos compresseris, elevatio in duobus punctis ejus æquatoris exinde consequitur. Et quoniam aquæ in  $Ff$  descendunt modo explicato ob auctam contra centrum  $T$  gravitatem; in duobus aliis punctis  $C$ ,  $O$  earum elevatio hæc etiam de causa conspicua fiet. Hinc dum luna est in horizonte, in meridiano loci aquæ deprimuntur, ac refluxus habetur: quum ad meridiendum appellit, intumescencia major, modo supra (art. 402, num. 4) exposito, consequi debet: quod pariter dicendum de occasu lune.

ac ejus transitu per meridianum oppositum, in quibus et refluxus, et intumescencia ob easdem causas iterantur.

405 Verum luna quotidie 48 min. suum regressum ad eundem meridianum retardat; quare totidem minutis quotidiani fluxus etiam retardari debent, eo quod dies lunaris 24 horis 48 min. circiter constat. Quæ periodus constantissimè in æstu observata, opiniones *ingurgitationum* ac *regurgitationum* P. Castel, et *fermentationum* P. Fournierii, perinde cuasi mare feбри intermittente laboraret, omnino pessundat. Qui enim fieri potest, ut per tot sæcula, etiam ubi à generali fluxuum ac refluxuum regula dissident æstus marini ad lunæ motum se conformarint, si nullum ad ipsum respectum habent? Sane hoc majus portentum esset, quam mirabiles elationes maris.

406 Corol. Ex hætenus declaratis planè consequitur, verum fluxum ac refluxum intra tropicorum viciniam tantum haberi posse, quando quidem luna intra Zodiacum cæsum suum peragit, parum à tropicis discedens. Unde æstus marini, qui extra tropicos observantur, sunt tantum per communicationem, ab aquarum æquilibrio provenientes (Phys. gen. 331). Hinc etiam sensu contrario fiunt, oportet: quoniam aquis ad æquatoram telluris confluentibus, ab oris extra tropicos existentibus versum eandem partem ferri debent, ac proinde refluerè: contra autem tempore veni refluxus, mari sub zona torrida detumescente, ad oras maritimas zonarum temperatarum refluat, moxque rest: unde

tunc fluxus inibi notari debet. In zonis verb frigidis ob magnam ab æquatore distantiam æstus aut nullus, aut penè insensibilis erit.

407 Phænomena menstrua ex attractionis doctrina juxta newtonianos etiam spontè fluunt. Etenim 1. Majores æstus in syzygiis manifestari debent, quum sol et luna conjunctis viribus agunt, quando in eadem linea reperiuntur, a quas ad se attrahendo. Perspicuum namque est solem et lunam, dum conjunctio celebratur, simul inveniri, sub eadem nimirum directionis linea, aut parum ab ea dissita, qua ad tellurem feruntur. In plenilunio etiam in oppositione existentes duo illi planetæ sub eadem linea fermè jacent hinc illinc in oppositis hemisphæriis; unde et aquas ad se trahunt, sub his punctis respondentes. 2. Ob rationem oppositam in quadraturis lunæ æstus maris minores esse debent: tum enim sol et luna in aquas non agunt viribus conjunctis, sed quodammodo oppositis, ac invicem sese elidentibus, ut è dictis super. art. de æstu quotidiano in hemisphæriis 90 grad. à luna distantibus, in quibus aquæ deprimuntur, planum est. In quadraturis enim luna à sole 90 grad. distat, unde depressio, aut elevatio quæ ab actione lunæ oritur, ab attractione solis nonnihil eliditur. Fac lunam in L (fig. 38) in quadratura existere cum sole puncto F imminente: elevatio aquarum in C. secum trahit depressionem in F (403): at attractio solis puncto F imminētis aquas elevare conatur: ergo minor erit actio lunæ tum in elevandis aquis in C, tum in illis deprimen-

dis in F. Differentia nimirum virium utriusque planetæ quantitatem dabit utriusque æstus in syzygiis et quadraturis, ita ut si fluxus in syzygiis 12 ped. respondet, in quadraturis ad 9 circiter ped. tantum ascendet. In quo etiam calculo computari debent major lunæ ac solis à tellure recessus, actionis obliquitas, ac si quid aliud est, quod vires utriusque planetæ variare queat. Hinc luna perigæa existente, major erit elevatio aquarum, quod pariter dicendum, dum per æquatorem cursum suum peragit, quæ omnia in phænomenis menstruis computantur. 3. A syzygiis ad quadraturas fluxus matutinus major est vespertino; quod sensu contrario evenit, dum à quadraturis ad syzygias luna properat. Nam æstus à syzygiis ad quadraturas sensim minuuntur, et contra à quadraturis ad syzygias sensim pariter augentur. Undè differentia inter utrumque æstum consequitur, ut rem perpendenti perspicuum fit.

408 Denique annuæ variationes in æstu maris hand ægrè ex his, quæ hactenus de phænomenis diurnis ac menstruis explanata sunt, declarabuntur. Luna siquidem ac sol æquinotiorum tempore sub æquatore versantur in syzygiis; quare nil mirandum, si ab actione virium conjunctarum, ac perpendiculariter telluri imminentium, intumescencia aquarum major sit quam reliquo anni tempore: quod etiam minorem esse debere in quadraturis æquinotialibus pariter ostendit, ut art. præced. explanavimus. 2. Quod si præcedens phænomeni explicatio verà est, verum pariter erit in solstitiis æstus



fore minores: tum enim obliqua est actio utriusque planetæ in tropicis decurrentis. 3. Enimverò in solstitio hiemali sol terræ vicinior est, quam in æstivo; unde ceteris paribus æstus hieme majores, atque æstate futuri sunt. Et quidem sensu inverso atque hieme experiuntur, scilicet matutini æstus minores quam vespertini, quod sensu contrario hieme accidit. Nam à mense junio tellus quotidie ad solem accedit, à mense decembri ab ipso recedit: unde fluxus vespertini æstate majores esse debent quam præcedentes matutini, hieme autem hi illis majores. Æquinoctiorum verò tempore ob mediam utriusque planetæ distantiam matutini æquales nocturnis observabuntur. Sedulò tamen quatuor sequentes casus notandos admonet Canterzanus. 1. Quando declinatio solis ac lunæ est ejusdem nominis ac latitudo maris, in quo æstus marini considerantur; scilicet quum declinatio solis ac lunæ australis est aut borealis, et latitudo ad quam mare jacet, eadem sit ac declinatio utriusque sideris. 2. Quando declinatio lunæ est ejusdem nominis, solis verò diversi. 3. Si solis declinatio eadem sit ac maris subjecti latitudo, lunæ verò diversa. 4. Quando utrumque sidus jacet ad plagam oppositam mari, in quo æstus considerantur. In primo enim casu æstus erit maximus, in altero major erit medio, quin maximus sit, in tertio minor medio, quin minimus sit, in quarto demum absolute minimus. Quæ quidem de fluxu matutino intelligenda sunt. Quod si de vespertino loquen-

dum sit, in primo casu erit minimus; in altero minor medio, quamvis non minimus, in tertio major medio, in quarto denique absolute maximus. Quæ quidem ceteris paribus intelligenda veniunt: quoniam qui dicti sunt æstus *maximi* et *minimi*, gradus admittunt, prout circumstantiæ variantur. Esto exemplum fluxus matutinus maximus, qui declinatione solis ac lunæ ejusdem nominis ac latitudo maris existente, locum habet, major erit luna ac sole *perigæis*, quam ipsis *apogæis* manentibus, et sic de ceteris. Habes newtonianam theoriā, in qua generalia quidem phænomena dilucidè explanari, quisquis amore partium non dijudicat, confiteri non gravabitur. Sunt tamen quædam alia art. 398 exposita, quæ difficiles explicatus habere tum in newtoniana, tum in quacumque alia hypothesi, ingenuè fatemur. Ceteroqui hujusmodi variationes tribui possunt marium positioni, fretorum angustis, littorum inflexioni, currentium aquarum impactui, aliisque innumeris latentibus causis, quas intimè cognoscere, illi solum datum est, «qui conclusit ostiis mare, quando erumpebat, quasi de vulva procedens.... circumdedit illud terminis suis, et posuit vectem et ostia, et dixit: usque huc venies, et non procedes amplius, et hic confringes tumentes fluctus tuos.» (*Job. c. 38, v. 8.*)

## CAPUT QUARTUM.

*De aqua concreta, seu glacie.*

409 **O**mnibus notum est, aquam frigori expositam, si hoc ad quemdam gradum processerit, ab eo condensari, atque ab statu liquiditatis in corpus solidum transire, quod *glaciem* appellamus. Hunc esse *naturalem* aquæ *statum* contendunt plures physici, eo quod ad statum fluiditatis transire nequeat, nisi mediante introductione materiæ caloris, et cum eadem *combinatione*. Et quidem si *status naturalis* ille dicendus est, quem corpus sine alterius permixtione obtinet, status naturalis aquæ est ille *concretionis*, à quo nonnisi *calorici* introductione deturbatur. Quod pariter de reliquis corporibus fluidis dicendum venit, ut in Dissert. 3, cap. 1. ostendimus. Ceterum hujusmodi quæstiones verborum citius quam rerum sunt controversiæ: ac nobis status fluiditatis in aqua naturalis habendus est, quoniam et eundem semper affectat, et constanter retinet, nisi à frigore quasi violenter ab ipso deturbetur.

410 Aqua aere frigido circumdata calorem liberum amittit, atque adeo frigescit (269, 302) at *statum liquiditatis* non amittit. Verum si *caloricam combinationem* (269) eam deserat, à quo separationem partium obtinet, ac mobilitatem, molleculæ ejusdem sensim accedunt, intimè conjunguntur, atque à vi cohæsionis

adhærescunt, corpus compactum mobilitate amissa componentes, quod *glaciem*, *nivem*, *grandinem* vocamus. Hæc enim omnia diversa tantum partium conjunctione differunt, re tamen ab eodem principio originem ducunt.

411 Hireus, Muschembroek, Para etc. ad congelationem requirunt introductionem particularum, quas *frigorificas* appellant, atque ab eisdem glaciem ejusque species provenire contendunt. Hujusmodi particulas frigorificas jam alibi explosimus (301), quippe nullo sufficiente fundamento introductas, atque ad ea præstanda, quæ ab ipsis exigebantur, inutiles. Nam neque ad volumen glaciei augendum sunt necessariæ, ut mox ostendemus, et evaporationem ipsius nullo modo promovere queunt, ut ab eorundem assertoribus præstare jubebantur. Si enim idè evaporationem glaciei promoverent, quod ejus partes à se mutuo recedere compellunt, cur insimul accedere cogunt producendo concretionem? Demum analysi glaciei, nivis, grandinis pluries instituta, hujusmodi particulæ salinæ nunquam inveniri potuerunt, quemadmodum ubi reapse sunt, post resolutionem apparent.

412 Opponit Para. «Si causa unica congelationis aquæ esset ignis absentia, aqua denudò liquescens pristinam qualitatem, et salubritatem recuperare deberet, quod adhuc experientiæ adversatur. Constat enim aquam ex glacie non ita plantis, et animantibus salubrem esse, ut pluviam aut fontanam, cruditatem habere, quæ gustandò sentitur, quæ

quid extraneum aquæ immixtum indicat, quæ non statim illam aptam reddit *caffè*, *the*, ac cibis decoquendis, cui struma illa tribuitur, qua plerumque Alpini populi laborant, ubi fontes glacie et nivibus solutis formati heterogeneis corporibus exui non potuerunt, à quibus aquarum congelatio orta erat.» Si hæc ita se habent, ut Pára asserit, aqua frigida etiam easdem qualitates haberet, quoniam frigesceri nequit, nisi à particularum frigificationum introductione, à quibus tot mala in aqua à glacie aut nive resolutis proveniente derivari contendit noster auctor. Quandoque enim in frigida nondum concrecente major frigoris intensitas è thermometro experta est, quam in nive aut glacie, ut testatur Brissonus pluries id observasse in aqua immota, ac libero aeri exposita; à quo planè quiescente nullo vento agigaretur. «Quies, *inquit*, tam aeris, quam aquæ impedit, quominus aqua concreseat, etiamsi gradum frigoris majorem acquisiverit quam ille sit, à quo naturaliter liquiditatem amittit. Ceterum simul ac vel tantillum à vento, aut alio modo agitur hæc aqua, concrecit. Hoc primum Farenheit admirandus notavit, ac postea plures alii idem observarunt. Sed quod mirandum magis in hoc phaenomeno occurrit, est, quod hæc aqua, quæ thermometro *septem gradus* infra terminum congelationis existente, liquida permanserat, statim ac in glaciem vertitur, thermometer septem illos gradus ascendere facit, atque adeo ad terminum congelationis seu ad zero re-

trocedit. Quod quidem paradoxon solum experientiz auctoritate suaderi potest. » Phys. art. 1087. Ac meo quidem iudicio particularum *frigorificarum* inventum omnino pessundat, ut rem sine præiudicio consideranti patebit. Quæ de vitiis ab aqua è glacie proveniente asserit Para, aut illa generalia non sunt, aut à particulis à glacie, nive, grandine, ex atmosphæra absorptis, aut è locis ubi colliguntur provenire, suspicari meritò possumus. Fluviales enim aquæ à nivibus montanis majorem partem originem ducunt, quas ipse Para à prædictis vitiis immunes asserit.

413 Ceterum aqua congelatione volumine augetur, quod et glaciei super aquam natatu, et sequenti observatione comprobatur. Sit phiala DB (fig. 39) vitrea longo collo instructa, quæ aqua usque ad colli initium G aut H impleatur, atque intra confectionem glaciei aut nivis sale aut nitro permixtæ RSTV, ut fieri solet, immergatur, aut aeri hiemali infra gelu thermometro existente exponatur; primo quidem aqua ab G in F elevatur, dum congelationi proxima est, deinde post modicum tempus paullatim ab F usque ad G descendit, sed paullò post sursum iterum impellitur à G ad H, aut E, quo tempore incipit gelascere, augetque continenter suum volumen, donec acus glaciales compareant in I. Demum congelatione procedente semper ascendit ab I ad D, donec collum tandem superet vasis, à quo continetur. Causa hujusmodi expansionis in glacie sunt bullæ aeris

tempore concretionis aquæ formatæ, eo quod aer intra molleculas aqueas dispersus, earumdem ob calorigi desertionem accessu in bullas colligitur, quæ quoniam exire ob aquæ concretionem nequeant, intra glaciem remanent. Quumque ob conjunctionem plurium mollecularum aeris in bullas conformati, virtus expansiva ipsis accrescat; inde voluminis augmentum in aqua concreta originem ducit, ut plerique post Mairanum existimant. Quod etiam glaciei formatione ex aqua aere in machina pneumatica depurgata comprobatur, quæ in voluminis paritate majus pondus habet, quam glacies communis: quamvis nunquam ad æquilibratam cum aqua soluta revocari queat, eo quod hæc perfectè ab aere nulla diligentia liberetur, plurimis aeris particulis intra ipsam remanentibus.

414 Ab aeris intra glaciem contenti elasticitate, mira illa vis profluit, qua glacies durissima etiam corpora dirumpit. Celebre est Hugenii experimentum, quo tubus ferreus digitum crassus aqua plenus, ac benè clausus aeri gelanti expositus, post 12 horas duobus in locis, à glacie intus formata, disruptus fuit. Vis hæc, qua tubus diffissus à glacie fuit, si calculis Muschembroekii fidem habemus, pondus 27720 librarum elevare potuisset, quod sanè difficile creditu est. Ceteroqui ex hoc tentamine non ægrè concipimus, cur à glacie vasa figulina rumpantur, silices quibus pavimentum viarum sternitur, si madidum sit, subleventur; ac nonnunquam lapides molliores

diffindantur, aquæductus crepent, nisi aquæ cursus inhibeatur, aliaque innumera. Hinc etiam intelligitur, cur fructus, plantæ, ac robustiores quandoque arbores à gelu corrumpantur. Nam partes aquosæ intra fibras contentæ dum gelascunt, in majus volumen distentæ ipsorum fibras rumpunt, ac interna organizatio destruitur. Quod etiam hominibus in regionibus frigidioribus evenire testantur earundem incolæ naso, auriculis, digitis etc. mulctati à sanguinis et humorum in his membris congelatione. Remedium præsens, quando membra gelari incipiunt, est eorundem in nivem, aut glaciem contusam immersio, aut cum ipsis confricatio; deinde in frigidam, quæ minorem frigoris gradum, quam nix contineat, immergitur, quæ per gradus sensim incalescat, donec sanguis ad pristinum motum paulatim restituatur. Si enim in calidam statim infunderetur, à violenta caloris introductione, ac fluidi solutione fibræ disrumperentur, et membrum postea computresceret; ut tristi experientia pluribus innotuit.

415 Quæ duo status, seu extrema opposita in aqua videntur, fervor et glacies, dissimiles omnino in intensione exitus habent. Calor enim in aqua ebulliente quocumque igne admoto, non angetur: contra frigus in glacie augeri potest, si aeri frigidiori continenter expositum sit, aut sale marino, nitro, *spiritibus ardentibus*, aut acidis commisceatur. Quod ad primum attinet, observatum est in mari septentrionali, glaciem à frigore adeo indurescere;



ut marmoris resistantiam superet, ac difficilimè malleis comminui possit. Memoriae proditum est Petropoli anno 1740 constructum fuisse palatium, eleganti architectura elaboratum, 52 ped. longum, 30 altum, ac 16 latum è laminis glaciei è flumine Neva extractis, quarum crassities ad duos ac tres etiam pedes porrigebatur. Ante palatii fores sex tormenta bellica è glacie formata collocata fuerunt, suis rotis ex eadem materia constructis imposita, et duo mortaria emittendis *bombardis* apta; utraque ea magnitudine, qua ænea tormenta construi solent. Tubi capacitas in tormentis ad mensuram illorum, quæ tribus pulveris nitrati libris onerantur, exacta erat: quartam verò partem tantum pulveris adhibere placuit, ut incenderentur: quo facto globus ferreus, quo oneratum erat unum ex tormentis, tabulam duos pollices crassam ad sexaginta passus distantem perforavit, quin tormentum, cujus crassities 4 poll. erat, in explosione disrumperetur. Quæ omnia ab intensitate frigoris, qua glaciei, seu aquæ concretæ particulae coartabantur, provenire manifestum est.

416 A salibus, ac spiritibus ardentibus frigus glaciei intendi, innumeris experimentis comprobatur, atque experientia quotidiana in sorbillis glaciatis conficiendis edocemur; et, nisi parte salis marini nix, aut glacies commisceatur, frigus non obtinetur illis congelandis requisitum. Experientia docuit octo glaciei partibus, tres salis adjungi debere, ut frigus convenienter excitetur. Ex quo illud

mirandum sanè consequitur, quod sal glaciem aut nivem dissolvit, intensius frigus in eis excitando, quam antea habebant in statu concretionis. Hoc quidem phænomenon difficile habet explicatus in eorum sententiam qui liquiditatem ab actuali partium motu oriri contendunt, atque à salibus ideo frigescere ajunt liquida, quia eorundem motum retardant. In solutione enim glaciei liquiditas à sale oritur, atque ideo partium motum citius auget, quam retardet, simulque frigus in glacie soluta intendit: nimirum glaciem dissolvens, ipsamque ab statu soliditatis ad statum fluiditatis traducens, maximam ipsi caloris continendi capacitatem impertit. Dicendum itaque mobilitatem respectivam partium ad liquiditatem sufficere; intensitatem verò frigoris ab immixtione *calorici* in statu libertatis provenire. Nam sal et glacies invicem commiscentur, quod et partium mobilitatem inducit, et fusionem promovet glaciei. Ab hac etiam penetratione mutua, seu insinuatione in poros, *caloricum liberum* inde expellitur, aut cum glacie *combinatur*, ut illam ad statum liquiditatis traducat (268, et seq.). Quod autem invicem quodammodo sal et glacies penetrentur, aut intimè commisceantur, tum à reciproca fusione, quum etiam à minore spatio, quod postea occupant, luculenter demonstratur.

417 Evaporatio glaciei aliud est phænomenon singulare, quod attentionem physicorum excitavit. Compertum namque jampridem fuit non solum glaciem evaporare, verum etiam

aquam et glaciem temporibus æqualibus, si cetera sint paria, evaporationes inæquales exhibere excessu à glacie stante. Mairanus id tribuit scabrosæ superficiei, quæ in glacie animadvertitur, ac majori ipsius volumini, quibus de causis majorem superficiem quam aqua aeri præsentat, ex quo evaporatio major in glacie oriri debet. Sed hoc jam ad aquam in statu vaporis considerandam nos spontè adducit.

### CAPUT QUINTUM.

#### *De aqua in vapores resoluta.*

418 **Q**uando aqua majorem caloris gradum acquirit, quam habeat aer ipsam ambiens, *materia caloris*, quæ semper ad æquilibratam se componere nititur (264), ex aqua in aerem transit, partes aquæ subtiliores, ac minus adhærentes secum deferens; cum quibus *combinata*, eas in vaporem, aut *fluida elastica* transformat (156, et seq.), quæ omnia peculiare qualitates acquirunt prorsus ab aqua diversas. Ac de fluidis quidem elasticis jam loco citato ea tradidimus, quæ magis ad rem nostram convenire visa sunt: nunc ad naturam vaporis aquei considerandam tantum incumbimus.

419 Ac primò quidem vapores aut *visibiles* sunt; ut quum ex aqua ebulliente sursum avolant; aut omninò sensus nostros fugiunt, ut cœlo sudo evenit, ob attenuationem globulorum, qui ad insensibiles molleculas reducuntur. Verum si aer humidus foret ac frigidus, vapor satis conspicuè se videndum exhibet, ut

hieme observatur in aqua è profundioribus puteis extracta; quod æstivo tempore non usuvenit, eò quia temperies atmosphæræ et aer sicciior molleculas aqueas attenuet, disgreget, atque ita insensibiles reddat; quod plerumque fit temperie supra 18 grad. thermometri existente.

420 Calorici cum molleculis aqueis combinatio ad eum gradum illas rarefacit, ut comparatis voluminibus, vapores 14000 aquam volumine excedant. Polius à divisione particularum aquæ vi caloris facta, ac proindè superficialium ejusdem multiplicatione (Phys. gen. 63) juxta radicem cubicam partium, in quam fluidum dividitur, hoc voluminis augmentum desumit. Verum hujusce voluminis amplificatio veram causam habet *caloricum* in aqua sese insinuans, ac proindè ipsam dilatans (266), ut ad statum fluidi elastici traducat: quumque *basibus* aquæ resolutis (160), *hydrogenio* nimirum et *oxygenio* (184) insaturabilis quædam *calorici* admittendi capacitas adsit; ex hac *calorici* introductione, seu combinatione cum principiis aqueis hæc voluminis amplificatio penè incredibilis ortum ducit. Quod ut exemplo ostendam, fac saccarum, et aquam simul commisceri in determinata aliqua quantitate, puta ad unciam utriusque: in hac dissolutione infinita quædam capacitas intelligi potest suum volumen augendi, dissolvente, seu aqua in ipsam infusa; aded ut integrum oceanum recipere queat, atque aded eo usque suum augere volumen. Idem pariter à *calorici* introductione,

dum cum aquæ *basibus combinatur*, dictum habe.

421 Atque ex hoc fonte mirabilis illa vis in vaporibus animadversa repeti debet, qui, tenuissimi quum sint, pulveris nitrati vim longè superant. Nam si in tubum tormenti bellici minoris paucas aquæ guttas infundas, ac deindè globus plumbeus arcè constrictus, ut vapor exitus prohibeatur, in ipsum tubum immittatur; his ita dispositis extremitas tubi, ubi aqua jacet, debito modo, ne per foramen effluat, ad ignem applicatur. Quando vapor è foramine comparere incipit, quod signum est aerem foras expulsum esse, foramen ritè occluditur, ut vim vaporis continere possit, ne illac perfluat: tubus deindè iterum valido igni admovetur: quo facto, à vaporis dilatatione tanta vi ac strepitu globus exploditur, quanta à pulvere pyrio accenso fieri solet. Quare nihil mirandum, si tormentum bellicum ex muralibus ad tres quartas partes aqua oppletum, atque exactè obturatum, postquam 24 horas ignem ipsi applicatum sustinuisset, in plura fragmenta disruptum fuerit, ut à pulvere pyrio tormenta, quæ *bombas* vocant, crepare solent. Ex his notionibus inventa est *antlia vaporis*, in qua scilicet à vapore aqueo sursum versus elevatur embolus aquam suspendens, atque extra tubum antliæ ipsam effundens: ex quibus quædam sunt, quæ 43,500 libras ponderis suspendunt, ut est illa in Chalotensi oppido sita, à Brissono memorata.

422 Aliud etiam interest discrimen inter aquam ac vapores ab ipsa generatos. Aqua nimirum ultra 80 grad. caloris à thermometro

indicatum non calefit; quamvis potentissimo igni longissimum tempus applicetur (415); contra in vaporibus evenire docuit experientia. Nam Londini, testante Josepho Polio, tubus metallicus à vaporibus aquæ ebullientis intra ejus capacitatem condensatis adeò calefactus fuit, ut tandem incanduerit, perindè ac si fornacis ignis applicatus fuisset.

423 Cur autem, inquires, aqua 80 grad. caloris prætergredi non potest, vapores autem nullis limitibus ipsum recipiunt? Quia, inquam, 80 grad. caloris aqua prætergressa, in vapores abit à calore attenuata: quare excessus ille calorigi supervenientis, omnis in evaporatione consumitur, et cum vaporibus avolat. Quod si evaporatio aquæ penitus inhibeat, ut evenit in *olla papiniana*, in qua ob operculum in modum cochleæ conformatum, omnis evaporatio cohibetur, calor in aqua intra ollam contenta adeò increscit, ut ossa animalium durissima, cornua etc., in modum crassioris jusculi convertat, à calore ob suppositum ignem concepto. Tum enim *caloricum*, quod aquæ evaporandæ insumi deberet, eidem calefaciendæ inservit; ob idque tantam vim acquirit, ut tenacissima corpora dissolvat, atque in gluten reducat. Quod si contingeret, ut olla papiniana, veluti tormentum illud art. 421 memoratum, ab aqua disrumperetur; pars hujus liquoris, siqua post explosionem remaneret, statim ad temperiem 80 grad. adduceretur, reliquo calore cum partibus avolantibus dissoluto.

424 Nam evaporatio plurimum à pondere

aerem comprimente dependet: ita ut, quo minus aer densus fuerit, eo facilius evaporatio obtineatur. Idcirco in verticibus altissimorum montium aqua multo minore gradu caloris ebullit, quam in humilioribus locis; quod etiam in vacuo notatum est in machina pneumatica, ubi liquores minimo gradu caloris citissime ebulliunt. Affinitatum chemicarum assertores (Phys. gen. 165) hoc phaenomenon ab aucta aeris cum calorico affinitate derivant. A pressione enim, quam aer patitur, inajore, vel minore, ejus cum calorico affinitatem minui vel augeri contendunt; ita ut, quo rarior est aer, eo citius cum calorico combinetur; pressione aucta hujusmodi combinatio aegrius obtineatur. Effectus quidem verus est, causa autem dubia; nisi effectum pro causa usurpare velis, aut id significare nomine affinitatis, quod talem effectum producit; quæ in rebus obscuris una superest via ad id significandum, quod minimè comprehenditur.

## CAPUT SEXTUM.

### DE METEORIS AQUEIS.

#### §. I.

#### *De Meteoris non lucentibus.*

425 **M**ETEORA ita dicta sunt, quia in atmosphæra, seu loco sublimi ortum habent, aut se conspicienda præbent, quasi sublimia, aut in altum elata diceres. Ex his, quæ à vaporibus

generantur, quædam sunt, quæ nulla signa lucida ostendunt, ut ros, pruina, nebula, nubes, pluvia, nix, grando, de quibus nunc sermo nobis est. Alia à reflexione lucis satis vivida *lucentia*, et *emphatica* vocantur, quæ §. seq. exponentur. Ceterum omnia à vaporibus terrestribus generantur, quin ullum signum accensionis in ipsis cernatur, ut in meteoris ignitis usuvenit, de quibus cap. 4. Dissert. tertiæ jam egimus.

426 Ros est invisibilis quædam pluvia sudo tempore, aere tranquillo, manè ac vesperè ex humilioris atmosphæræ concretis vaporibus proveniens. Muschembroek tria roris genera distinguit. 1. Qui è plantis exsudatur, ac in eorumdem foliis concrevit. Evaporatio enim plantarum copiosissima est, ut Hales in *Statica Vegetabilium* tentaminibus omnis generis à se factis luculenter ostendit. 2. Qui de tellure in atmosphæram ascendit, ac vespertinus, seu serotinus dici solet. Experimentis enim Fayi constat, rorem vespertinum vaporem esse terrestrem in atmosphæram avolantem, qui circumstantibus corporibus adhærescit. Positis namque laminis in quadam à terra distantia, pars superficiiei cœlum respectans sicca vesperè, manè rorida invenitur: contra verò, quæ tellurem despicit, vesperè rorescit, matutino tempore nullum concretum rorem exhibet. 3. Qui ex atmosphæra in terram delabitur, quique ex evaporatione vespertina sursum evectus, à matutino frigore concrevit, graviorque factus in tenuissimas guttas concretus deorsum versus



dehabetur; ut mox ubi de *pruina* trademus.

427 Notatu dignissimum est, laminas metallicas rori colligendo adhibitas, vix aut ne vix quidem ipsam colligere: vitreas autem ipso copiosissime infici. Si in vitrea patina aliquot hydrargyrii uncie deponantur, in his circumferentiz partibus, quæ à mercurio remotiores sunt, magna vis roris colligitur: sensimque roris quantitas minuitur, ita ut in mercurio nullum roris vestigium notetur. Orlandus quidem à viribus attrahentibus majore vel minore efficacia donatis hoc phænomenon repetit. Horvathus quamvis attractionis sectator, igni electrico attribuit. «Nempe, ait laudatus philosophus, quoniam vapor electricus facilem habet per metalla progressum, non item per corpora idioelectrica, uti sunt vitrum, porcellana; si frigus nocturnum ejus vaporis quantitatem mutet in guttulis aqueis, metalla illicò recuperabunt æquilibrium cum iis, in saturitate respectiva sitam, difficilius corpora idioelectrica; quare roris guttulæ his tamquam diverso electricitatis gradu præditis adhærebunt, non item metallis. Eadem esse videtur causa, quod in cubiculo vapores nocte perfrigida adhæreant vitreis fenestrarum tabulis, non item plumbo.» *Phys. part. art. 301.*

428 *Pruina* est ros concretus à frigore matutino, atque inter glaciei species tenuiores numeratur. Sæpius etiam ingruente magno frigore in vitreis laminis fenestrarum manè vapores in conclavi, in modum pruine collecti conspiciuntur. Nam calor vaporis in cubiculo con-

tenti, dum ad æquilibrium tendit cum externo frigidiore aere, ad vitrum particulas aqueas deserit, quæ ipsam penetrare non possunt, inibi-que calore destitutæ glaciuntur. Idem evenit, in halitibus animalium, ac transpiratione, quæ sæpissimè hierno tempore in forma tenuissimæ nivis, aut pruinae ubi recipitur, concrescit.

429 *Nebula ex vaporibus nocturnis crassioribus formatur, præsertim qui ex evaporatione aquarum stagnantium, aut leniter fluentium ascendunt. Idcirco lentè admodum in altum nebula evehitur, quod vaporì subtiliori non evenit: illa enim ex pluribus globulis contiguïs, et quodammodo adhærentibus coalescit; vapores autem, ac ros ex ipsis concretus globulis insensibilibus, nec nisi quum superficiebus adhærent, se contingentibus constant. Ros et nebula aere tranquillo generantur: vento enim fortius spirante, aut cælo nubibus obducto raro aut nunquam hæc meteora, præsertim ros, observantur. A vento enim particulae aquosæ, aut vaporosæ dissipantur: nebuloso cælo radii solares non satis terram calefaciunt, ut vapores subtiliores ascendant.*

430 *Nebulae sæpius odorem quemdam sulphureum, aut foetentem reddunt; quod particulis extraneis ipsis admixtis à terra evaporantibus tribui solet. Hujusmodi nebulae sanitati viventium perniciosæ sunt, ac sata, fruges, fructus corrumpunt. Quod tamen P. Bivald, apud Horvathum, assertit, secundum recentissimas observationes ab insectis minimis, quorum ovula aristis, spicisque segetum, aut calicibus,*

corollisque florum adhærent, lenique atmosphæ-  
ræ calore, aut humiditate excluduntur, repeti  
debere. Scio apud litteratos etiam usus quosdam  
juxta ætatum indolem invalere, ut omnia ferè  
naturæ phænomena ex principio tum in opinio-  
ne recepto explant. *Electricismus, magnetis-  
mus, phlogisticum, animalcula* etc. quæ jam  
cecidero, luculentum sunt hujus effati testimo-  
nium; *cadentque, quæ nunc sunt in honore vo-  
cabula*, affinitates, caloricum, fluida elastica,  
bases combinatæ etc. *Si volet usus* ab alio ce-  
lebri nomine inductus.

431 *Nubes* sunt nebulæ sublimiores, ut fa-  
cilè animadvertet, qui in altiores montes dela-  
tus, ubi nubes apparent humiliora loca tenen-  
tibus, se à nebula circumdari circumspiciet.  
Hinc nebula et nubes nomina sunt diversa eidem  
meteoro attributa, ac tantum diversam ejusdem  
posituram denotantia. Nubes diversis de causis  
formantur. Ac 1. A ventis vapores contra altio-  
res montes impingentes, congregantur, quum  
ultra procedere nequeant. 2. Ab æquilibrio su-  
perioris atmosphæ-  
ræ cum inferiore perturbato:  
ex quo, frigescente altiore aere, vapores in ipso  
contenti copulantur, ac graviores facti, in infe-  
riorem partem descendunt, donec ad æquili-  
brium cum ambiente aere componantur. 3. Ab  
electricitate inæquali in atmosphæra, quod se-  
quenti experimento ostendit Beccaria. E catena  
seu conductore electrico ardentes pruinæ parvo  
foculâri metallico impositæ suspendantur: dein-  
dè altera manu globum perfrica, quo tempore  
prunis colophonis pulverem altera manu affun-

dis: fumus ascendens per brachium, relictæ perpendiculari via, quam semper affectat, per totum corpus ad instar nebulae circumfundetur. Ignis nimirum electricus, qui è catena effluit, ut ad globum deferatur, fumum versus corpus, defert, quod medium est communicationis inter catenam *positive*, et globum *negative*, electrica (321). Quod si caput versus conductorem inclines, fumus sursum rectâ feretur; tum enim caput medium est, quo fluxus electricus breviori via ad conductorem aëcurrit. Et quidem in atmosphæra nubibus onerata, electricitatis signa luculentiora notamus, quam sudo cælo, aut parum nubibus offuscato; quod perspicuè ostendit, præcipuam causam meteoron aqueorum esse electricum vaporem. Figura nubium varia prorsus, ac irregularis, ut in fortuita conjunctione vaporum, quæ nulla regulari forma temerè in atmosphæra adunantur. Color etiam varius pro lucis reflexione, ac refractione diversa, ac vaporum addensata mole. Color ille subniger, ac solis radios penitus interceptiens magnam vaporum quantitatem addensatam indicat, ex quo sequens meteoron paullo post frequenter ostenditur.

432. *Pluvia* nimirum, quæ ex nube con-  
 crescente, atque adeò atmosphæram pondere  
 superante, ortum ducit. Videmus enim à nebu-  
 la omnia circumfusa sic madefieri, quasi à co-  
 pioso imbre perfusa fuissent, quando ipsa den-  
 sior est, ejusque globuli invicem accedentes,  
 graviores aere sustinente evadunt. Undè pluvia-  
 rum causæ sunt omnia illa, quæ vapores invi-

cem accedere cogunt, ex quo graviores effecti, quam aer ipsos sustinens, delabuntur terram versus; eoque in guttas minores, aut majores conformantur, quo in cadendo plus, minusve vaporis concreti adunatur. Altiores nubes, ut æstate plerumque sunt, guttas majores emittunt; quoniam in descensu ex elatiore loco facilius confunduntur, atque in unum coalescunt. Quod si à ventis oppositis directionibus flantibus, aut ab electricitatis in nubibus differentia, aut à montium circuitu magna nubium conglobatio in arcum constringatur, diluvium quoddam sequatur oportet, ob nimiam vaporum præponderantiam in subjectum aerem, quæ eos magna copia ad descensum sollicitat. Hinc, si opidum subjectum huic nubium congestui est, quo tempore exonerantur; ejus ruina sequetur, ut accidit non semel patriæ meæ, anno nimirum 1760, mense julio, et postea vigesimo anno devoluto, cujus ultimi exterminii conspicua adhuc remanent funesta monumenta.

433 Schol. Pluviæ illæ prodigiosæ, quæ apud aliquos auctores inveniuntur, aut fabulosæ sunt, aut à ventis vehementissimè flantibus, ac secum lapides aliquot, ranas, cetera abripien-  
tibus, aliòque transportantibus, provenire censendum est: nisi malis cum Mako vulcanicis eruptionibus lapidum, sulphuris, bituminis explosionem adscribere. «Pluisse sulphure, ait Muschembroek, notatum à Moyse, et in Ducatu Manseldiensi anno 1658 à Spangerberio, et Hasniæ ab 1646 ab Olao Wormio; à Siegerbekio Brunsvici an. 1721, tam ardenti substantia;

quæ nec aqua, nec motu extingui potuit. Pluviae flavæ Tigurino lacui, puteisque subflavi pulveris forma innatantis, meminit Scheuchzerus an. 1677: creditus hic pulvis ex pinorum floribus à vento excussus, et cum pluvia delapsus. Guttæ imbrium quasi cruentæ frequens fit mentio apud antiquos, et recentiores, ut de ea dubitare nefas sit. Peirescius hanc in Gallia lapsam examinans, insectis rubicundis guttas plenas observavit. Sunt etiam nonnullarum insectorum excrementa rubra, uti de papilionibus id constat, quæ imbrì mixta eam cruentam quasi reddiderunt... Fabulosum autem est quum ferro, lana, lapidibus, carne, lacte pluisse memoratur. Elem. Phys. c. 39. Boscowikius autem plura exempla affert, ac dilucide explicat, hujusmodi insolitarum pluviarum, in dissertatione Romæ edita anno 1749 occasione turbitis, qui die 2, et 12 junii 1749 Urbem vexavit.

434 Pluvia à frigore concreta, atque in ter-  
ræ lamellas ab extremitatibus adhærentes con-  
formata nix dicitur, terrarum in Zona torrida  
phenomenon, si montium altissimorum verti-  
ces excipias, ut sunt *Andes* Americæ meridio-  
nalis. Anno 1767 die 2 Februarii admirandū  
illud Mexici observavimus. Extra Zonam torri-  
dam hieme non infrequenter visitur, præser-  
tim in regionibus mediterraneis, atque eo fre-  
quentius, quo magis ad boream vergunt, ac  
zonæ frigidaë viciniores sunt; quæ nivis patria  
dici potest. Grevius Anglus apud Chambersium  
in Lexico, ait, se attente observasse lamellas

nivis, atque in rotulas aut stellulas conformatas eas invenisse sex angulis distinctas, in quibus etiam aliæ cuspides notarentur, ab aliis impositis laminis provenientes: quod etiam in tenui glacie super aquas stagnantes formata se notasse affirmat idem Grevius.

435 Demum *grando* est pluvia in globulos concreta ab instantanea frigoris in guttas introductione, aut citius *calorici* desertione: quod plerumque evenit æstivo tempore, quum vapores altius attolluntur, nactique aerem frigidiorum in descensu constringuntur in glaciem, quæ, ut ipsæ guttæ, globulosam formam affectat. Si Mezerai, Galliae Historiam scribenti, fidem habemus, anno 1510 in Italia, Ludovico XII bellum gerente, informes quædam moles, glaciei citius quam grandinis, cœlo à furiosa fulgurum ac imbrium tempestate agitato, deciderunt, quæ centrum ipsas libras penderent. Bononiæ anno 1774 *grando* aded enormis cecidit, quæ ova columbina referret; majores globi ova gallinarum, aut pavonum indicorum æmularentur. Memini eo die, me è fenestra conspexisse in manu Parochi S. Juliani, qui titulo Abbatis insignitur, globulum hujusce grandinis, qui magnitudinem globorum eburneorum, quos in ludo tridiculorum adhibere solent, referret. Plura alia documenta grandinis enormis magnitudinis apud Historicos, passim inveniuntur. Observat Muschembroek grandinem in verticibus montium multò minorem esse ea, quæ humilia loca vexat; quod quidem ratione etiam deduci posset, quando guttæ aquæ in planitiem

decidentes, per majus spatium delatæ, superincumbentes alias guttas recipiunt, et congelant, quibus ipsarum moles augetur. Idcirco nonnulli sunt grandinis majoris globuli, quos aliis minoribus quasi gravidos esse, facile patebit accuratius examinanti.

## §. II.

### *Meteora aquea lucentia.*

436 *Iris, Halo, Parhelium, Paraselena* meteorora lucida, aut *emphatica* vocantur, eo quod reflectant vividius lucem, in suos colores resolutam. Omnia quippè hæc meteorora à vaporibus in atmosphæra vagantibus, ac lucem refractam in oculos spectatoris reflectentibus, proveniunt. Hujusmodi meteorora mundo, certè diluvio corva, apud antiquos scriptores descripta inveniuntur. Eorum tamen physicam expositionem à colorum newtoniana theoria repetimus, in qua solum dilucidè explanantur. Invenerat quidem Marcus Antonius de Dominis, Archiep. Spalatensis, ac experimentis factis in globis vitreis ad diversas altitudines collocatis demonstraverat, iridis colores à lucis bina refractione ac reflexione provenire; ejusque inventa illustraverat Cartesius. Rem tamen à colorum theoria adeo perfecit Newtonus, ut gloriam amborum, velut inter ignes luna minores, penè offuscaverit.

437 *Iris*, vulgatissimum cælo pluvio apud omnes regiones phænomenon, è duplici arcu



plerumque constat, interiore et exteriori prismatis colores perfectè referentibus: nonnumquam tamen unus tantum arcus observatur; rarò, quod nunquam vidi, plusquam bini in cœlo apparent, observari tamen apud auctores legimus. Ut hujus meteori brevis, ac dilucida explanatio evadat, binas ejusque arcus guttas, perinde ac si globi vitrei forent, assumemus. Quod de illis ostensum fuerit, ad reliquas ex quibus arcus formatur, extendendum esse planum fiet iis, qui de coloribus, ac refractione traditis, ubi de luce egimus, ritè tenuerint. Sint E, F, G, H (fig. 40) quatuor globi vitrei aqua pleni, ac soli oppositi. Si radius solis S B è parte superiore globi B in A tendat, atque ex hoc puncto reflexus per inferiorem partem E ad oculum in O situm deveniat, angulum faciens 40 grad. 17 min. cum axe visionis O P, color violaceus apparebit in puncto E. Quod si radius S F eodem tempore ad C perveniat, ac similiter reflexus per D exeat, atque ad oculum feratur, angulum 42 gr. 2. min. perficiens, color ruber in D spectatori exhibebitur. Jam si intra hos globos alii medii collocentur, ex quibus diversimodè juxta refrangibilitatis lucis diversos gradus (42) radii advenientes disperguntur; perspicuum fit, omnes prismatis colores in oculo depictum iri, quantum admodum ab interposito prisma fieri videmus. En igitur quomodò in interiore arcu colores illi disponuntur. Notandum tamen, in quolibet globo, ut etiam in guttis nubem componentibus, duplicem refractionem obtinere; vi qua-

rum in ingressu radius lucis ad perpendicularem accedens guttam penetrat; in egressu vero lux à perpendiculari recedit (112). Quæ quidem in expositione omissimus, ne pluribus intenta mens, ad præcipua minus attenta redderetur. Pari methodo in arcu exteriori explicando procedemus.

438. Arcus QD qui exterior est, simul cum interiore AB circumspicitur, colores tamen inverso ordine repræsentat; ita ut ruber, qui supremum locum tenebat in interiore arcu, in exteriori ad infimum deprimatur: violaceus autem in vertice loco rubri collocetur. En quomodo. Sint, ut prius, duo globi vitrei G, H, qui guttas Iridis repræsentent. Radius S G per inferiorem globi superficiem ex G refractus transeat in I, ex I reflectetur in K, ex K in L, undè refractus exiens, perveniet in O, angulum 50 grad. cum 57 minuti perficiens cum axe visionis OP; ex quo color ruber in L apparet. Deinde radius S R ex inferiore parte R ingrediens, se refringendo ad M transiliat; ex hoc puncto reflexus ad N mittetur: ex quo post alteram reflexionem, resiliet ad H, refringendus in egressu; undè ex H ad O recta fertur, angulum 54 grad. 7 minuti cum axe OP visionis perficiens; atque colorem violaceum in loco H repræsentabit. Colores intermedios omitimus: quoniam ab angelis & globis inter utrumque comprehensis, exhiberi debent; si neque ad grad. 54 cum min. 7 perveniant, et majores sint 50, 57 anguli ab ipsis cum axe visionis formati: quod experientia constanti &

M. An. de Dominis in globis vitreis capta, apud omnes est receptum.

439 Jam verò si minuscule illa puncta in arcibus AB, QD repræsentent guttas aquæ in nube contentas, ac reflectentes modo prædicto in antecedentibus articulis lucem à sole mutuam; cujuslibet arcus conformatio nullo negotio comprehendetur. Arcus enim concentrici sunt, et guttæ, quæ colores respondentes generant, æquè invicem distant à centro. Ex quo guttas omnes zonas colorum arcus componentes, æquales angulos cum axe visionis, qui per centrum arcuum transit, facere, manifestum est: undè etiam et meteoron in formam arcus conformari debere, pariter deducitur. Nam oculus est velut apex conî, in quem omnes radii lucidi feruntur, qui proinde in regione oculo opposita basim habere debent, quæ circumferat (Math. 396).

440 Quæ quum ita sint, reliqua Iridis phænomena ex prædictis doctrinis spontè descendunt. Nam i. Iris nonnisi pluvie aut nubilo cœlo apparere debet, quoniam à guttis in nube congestis reflexio lucis ad oculum oritur. Sunt tamen quædam loca florida, in quibus Iris sudo cœlo conspicitur; ut in cataracta Tiburtina, in qua Anio præceps ruit ex edito loco, quum ad profunditatem illam descendissem matutino tempore, sole nondum supra cataractam admodum elevato, pulcherrimam iridem à nube seu fumo aqueo, à præcipitio aquarum excitato, formari suspexi. In fontibus etiam artificialibus, in area ante templum D. Petri

Romæ constructis, hoc phænomenon passim visitur, sole convenienter, salientes in modum pluvix emissas, percutiente. 2. Iris apparere debet è regione solis, atque ipso ultra gradus 42 nondum elevato supra horizontem, ut ambo arcus suspiciantur: quod si plusquam 42 grad. elevatus fuerit, neque 54 attigerit, arcus exterior tantum apparebit. Etenim quum sol in horizonte existit, linea OP (fig. 40), sive axis visionis est horizontalis; adeoque tum temporis iris major atque elatior, quam alias comparere debet. Sole supra horizontem procedente, ex. gr. ad 20 grad. linea OP totidem grad. infra horizontem deprimetur; quod pariter de ulteriore illius processu intelligendum est. Quare sole ultra 54 grad. elato, angulos POH major erit, quam 54 grad. 7 min. quæ mensura est anguli OPH, ultimum ex coloribus iridis efficientis (437): idcirco neque humiliores iridis colores in oculo pingentur, qui sub minore adhuc angulo formantur. Hinc si sole in horizonte existente, oculos in ea esset supra telluris superficiem altitudine, ut ducta ab eo ad sphericam ejusdem telluris superficiem tangente, hæc cum axe OP, qui horizontalis foret, angulum efficeret majorem gradibus 54, 7; circulum integrum in modum iridis conformatum circumspiceret; quod ex dictis perspicuum est. 3. A luna pariter idem meteoron oriri potest, ut nonnulli se illud vidisse affirmant, si et materia apta reflectendo lumini, et luna in positione conveniente simul componantur. Colores tamen multò dilutiores erunt, ob de-

bilitatem lucis lunaris, ut etiam in exteriori arcu iridis solaris animadvertitur. 4. Quilibet spectator arcum distinctum videt; imò idemet spectator mutatis locis, diversos arcus continenter adspicit. Sunt enim è diversis punctis reflexiones ad oculum advenientes diversæ; unde et meteoron etiam omninò ab alio distinctum genere debent.

441 Ex eadem causa vaporum in atmosphæra abundè natantium, ac lucem astrorum refringentium, repeti debent *coronæ* illæ, seu circuli, quos *areas* Seneca, recentes physici *Halones* vocant; quique circum solem ac lunam frequentius, interdum etiam circa reliquos planetas observantur. Ceterum discrimen inter præcedens iridis meteoron atque *Halones* illud assignant; quod in iride reflexio, ac refraction lucis locum habent, in *Halone* verò refraction sola meteoron generat. Et quidem hujusmodi meteoron in atmosphæra terrestri formari plura evincunt. Nam 1. luna atmosphæra vaporosa non cingitur (Phys. gen. 538): *coronæ* autem lunares frequentiores sunt quam reliquorum planetarum. 2. Numquam sereno cœlo apparent *Halones*; sed aut nebula aut vaporibus obducta. 3. A ventis facillimè propelluntur, intersecantur, ac penitus diluuntur. 4. Denum frigidior aere calida vapores elevante, si candela accensam nocturno tempore post nubem vaporum collocaveris, flammulam *corona*, ferè coloris iridis referente, circumcinctam observabis. Has coronas esse indicium venti, vel pluviz, aut instantis procellæ, fabulosum est

sæpè enim animadvertit, cælum die sequenti tranquillum mansisse, æjebat Muschembroek.

442. *Parhelium* est nubes à sole illuminata, solis imaginem ad vivum repræsentans, aded ut historicos non rarò fefellerit, narrantes plures in cœlo soles quandoque visos fuisse. Solet enim hoc meteoron multiplicari; ita ut duo simul, tres, plures usque ad sex conspecta fuerint parhelia. Ceteroquin frequentius hoc meteoron cœlo frigidiore gignitur: idcirco regionibus borealibus notiora quam nobis sunt; quare ab his auctoribus repetenda est eorum descriptio, qui eas incolunt. « Magnitudo Parheliorum, ait Muschembroek, eadem ac veri solis apparet: figura à rotunditate subindè recedit, fulgor plerumque languidior quam in sole, aliquando idem: si autem multi adsunt simul, aliqui hebetes minus splendent, pallentque. Illorum limbi iridis instar coloribus tincti sunt. Multi caudam longam à sole aversam, subigneam, ubi spurio soli adhæret, sed aucto intervallo pallidiorem habent: alii cauda carent: cauda in circulo albo horizontali exporrecta jacet. Parhelios commitantur ferè semper circuli nonnulli, quorum alii coloribus iridis donantur, alii albi sunt, vario hi etiam sunt numero et magnitudine: omnium tamen est eadem latitudo, quæ æqualis diametro solis apparet. Sunt circuli, qui solem in suo centro positum ambiunt; hi colorati sunt, et diametrum 45, imò 90 grad. habuisse observati. Horum planum est perpendiculare ad rectam ductam à spectatore per centrum solis: idcirco

eorum situs pro varia solis altitudine supra horizon-tem differt: quo horum colores sunt vivaciores, eo lumen solis apparet languidius. Sunt circuli alii ad horizontem paralleli, plerumque unus est amplissimus, albus, omnes parhelios complexus, et qui si fuerit integer per verum solem transiret, hujus centrum est spectatoris zenit: ejusmodi circuli diametrum 130 grad. spectavit Hevelius. Aliquando huic concentrici fuerunt arcus minores circulorum, qui dum per priores coloratos transibant, eos tantum sua latitudine obtegendo, in plano trans-eunte per zenit et solem, coloribus etiam tin-gebantur, aliosque parhelios continebant. Fue-runt et alii circuli obliquè respectu omnium memoratorum positi. Ordo colorum in circulis coloratis est veluti in iride, sed in parte inte-riori solem respiciente rubeus est, veluti in multis coronis quoque observatur. Parhelii spa-tio unius, duarum, trium, imò quatuor hora-rum, sole ad diversas altitudines elevato, con-specti fuerunt. Evanescunt tum parhelii, tum orbes pedetentim, primò ab unâ parte, deinde ab altera, reditum crebrò in iis minati locis, ubi evanescere cœperunt, donec tandem pe-nitus desinant.» Elem. Phys. c. 36.

443 Ut de coronis, ac iride evenire dixi-mus, quæ à luna etiam generantur in nostra at-mosphæra; ita et de meteoro præcedente, circa lunam conformari, observatum est: idcirco *Paraselene* illud vocant, eo quod circum lunam appareat. Causæ eædem sunt in atmosphæra terrestri hoc phænomenon exhibentes: astrum

illud edens tantum est diversum. Quare ea, quæ de parheliis dicta sunt, et de paraselene, modo quo à lumine lunari produci queunt, intelligi debent.

444 Quod. ad parheliorum causam attinet; Hugonii opinio plerisque physicis arridet, qui à particulis glaciatis minutissimis, in atmosphæra volitantibus, phænomenon edi contendit. Lux nimirum solis aut lunæ reflexa, ac refracta in his cylindrulis (hanc enim formam illis tribuit Hugonius) in diversis atmosphæræ locis imaginem horum planetarum exhibebunt, iis coloribus quandoque ornatam, quæ refractioni talium colorum conveniat. Parhelia hujusmodi cylindris artefactis, ac soli expositis, se obtinuisse narrat Hugonius. Et quidem si, quæ de aurora boreali refert Hellius observasse (348), ritè perpendatur, haud ægrè cum sententia Hugoniana utrumque phænomenon conciliabitur: maximè asserente Muschembroek, post hujusmodi parhelia nivem ad formam cylindricam accedentem cecidisse: apud quem sententia Hugonianæ explanatio legi poterit, qui hæc fusius tractata desideret.



# DISSERTATIO V.

DE GLOBO TERRAQUEO, ET CORPORIBUS  
IN EO CONTENTIS.

**I**nfinitam ferè tractationem hæc dissertatio contineret, si omnia quæ globus terrestris amplectitur, ad trutinam revocanda forent. Historia enim naturalis, ejusque derivationes Zoologia, Botanices, Mineralogia, tum etiam Geographia, Chæmia, Anatomia, etc. sub proposito themate comprehenduntur, quæ quam aliena sint à nostro scopo, nemo non videt. Quare ad ea tantum sermonem convertemus, quæ physicæ considerationis sunt, ut exterior telluris structura, montes, fossilia, plantæ, animalia, nec in ipsis, nisi quæ philosopho scitu necessaria sint, prout institutionibus elementaribus usus fuerit, trademus, ut manum tandem aliquando de tabula tollamus.

## CAPUT PRIMUM.

*De telluris superficie, ac structura.*

**Q**uæ de telluris figura hic dicenda occurrerant, breviter perstrinximus Physicæ generalis art. 256; unde et externam hujus globi

formam sensibilibus quidem sphaericam, re tamen ellipticam, ad polos nonnihil compressam, elatam ad æquatorem, asseruimus. Ad ejus superficiem quod attinet, partim aquarum congerie ad duas tertias partes, eoque amplius effunditur: insulis undique interrupta aquarum continuatione (391): partim continente terra, montibus, vallibus, collibus, planitie, cavernis, lacubus, fluminibus omnis magnitudinis distincta: mirabili supremi Conditoris providentia ita disposita, ut ad salutem omnium, conservationemque mirabiliter administrentur.

445. Antequam superficiei globi terrestris, aliaque ad reliquas telluris mensuras pertinentia definiamus, sciendum ex Landeo (*in Comp. Astron. lib. 8, art. 802*) gradum terrestris meridiani, media assumpta magnitudine, 5069 hexapedas continere, quæ in 25 partes distributæ, quælibet 25 pars, seu 2283 hexap. leucam geographicam componit: unde circumferentia telluris 9000 ex his leucis continebit. Jam posita figura telluris elliptica, assumptaque pro majore diametro longitudine 6,562,024 hexap. sive  $2874\frac{2}{3}$  leuc. pro diametro vero conjugata 6,525,376 hexap. seu  $2858\frac{2}{3}$  leuc. atque his diametris sphæroide descripta; soliditas telluris 12,366,044,000 leuc. cubicarum habetur, superficies autem sphæroidis 25,858,089 leuc. quadratas continebit. Curiositatis causa addam, et alias Landei conjecturas *massam* seu pondus globi terraquei attingentes. Si materia ex qua tellus compingitur, similem argillæ ponamus, cujus pes cubicus 140 libras ferme pendet; he-

xapeda cubica 30240 lib. pondus habebit, atque adeo leuca cubica 359,775,200,000,000 continebit, quod libras 4,448,994,000,000,000,000,000 pro ipso pondere globi terrestris exhibet: numerum videlicet 25 cyphras contententem. Quod si etiam granorum numerum hujus argillæ, ex qua tellus componitur in figurata hypothese, scire cupis, quum granum arenæ, ut sensibile evadat, saltem 20 lineæ partem æquare debeat, integra moles sphæroidis terrestris grana hujusmodi argillæ comprehendet 7591212, additis insuper 26 zeris; ita ut integer numerus 33 cyphras arabicas contineat. Tosca pro diametro telluris assignat leucas hispanicas, ex his, quarum  $17\frac{1}{2}$  gradum componunt, 2004 circiter; periphæriæ verò assignat 6300. Superficiem inde deducit leuc. 3157159; ac soliditatem 1053678152. *Comp. Math. tract. 24, lib. 1, prop. 21; et Comp. Phil. tom. 4, tract. 7, lib. 1, c. 1.* Quæ quidem benè se habent, posita figura telluris sphærica, ut instituenti proportionem inter numeros à Landeo et Tosca adductos constabit.

446 Ceterum telluris superficies æqualis undique non est, quoniam et montibus diversæ altitudinis, et vallibus, anfractibus etc. quaquaversus interrumpitur. At verò hujusmodi inæqualitates ad mollem telluris comparatæ prorsus evanescent, ut parvæ illæ prominentiæ in ovi putanine, aut mali aurei cortice exsurgentes, nullæ reputantur, habita ratione ad eorundem magnitudinem. Sanè altissimorum etiam montium prominentiæ, si cum telluris dia-

metro conferantur, multo minorem ad ipsam habent proportionem, quam illa sit inter monticulos mali medicæ, ejusque diametrum. Excelsiores quippe montes etiamnum cogniti in Andibus Peruvianis, sunt *Pichincha* et *Chimborazo*, quorum primus, referente Ulloa, 2471 hexap., alter 3380 supra maris superficiem attolluntur: quæ altitudo ad leucam cum dimidia non pervenit (445). Unde vix majorem habet rationem ad diametrum telluris altissimus *Chimborazo*, quam 1 ad 2874: quum mali Assyriæ prominentiæ ad mali diametrum, nec ut 1 ad 1000 rationem dicant.

447 Intimam structuram telluris conjectando citius, quam asserendo describere possumus; eam tamen plurimis cavernis, innumeris anfractibus, profunditatibus omnis generis, fluminibus, etiam intrinsecus decurrentibus, lacubus, fontibus in cavitates invisibiles se exonerantibus ditari, nulla temeritate pronunciamus. Crede intra, ajebat Seneca, quidquid vides supra: sunt et illic specus vasti; sunt ingentes recessus, et spatio suspensis hinc et inde montibus laxa; sunt abrupti in infinitum hiatus, qui sæpe illapsas urbes receperunt, et ingentem in alto ruinam ediderunt. Neque hæc fortuito accidisse nullo consilio, nulla dispositione Auctoris naturæ existimandum est: quoniam et innumera beneficia ab hac irregularitate internæ structuræ dimanant, et plura etiam arcentur mala, quæ in majorem perniciem incolarum globi redundarent. Nam et fontium perennitates, ut supra ostendimus, et fluminum non

interrupti cursus, et gemmarum, crystallorum, salium plurimorum fossilium conformatio, aut congestio ab hac internorum cuniculorum, et cavitatum dispositione proveniunt. Putei etiam in regionibus arentibus, ubi nec fontes, nec flumina terram humectant, ab hac internorum canalium, qua latenter aquæ subtus terram delabuntur, positione originem habere, nemo unus ignorat. Necnon aer intra terræ viscera inclusus faciliorem sibi cursum, atque aditum parat; unde præsens remedium terræmotibus existimant nonnulli, profundos, ac frequentes puteos excavare, ubi solum sæpius concutitur. Quin si subterranei ignes semel accensi spiracula in montibus ignivomis non nanciscerentur, telluris integra superficies disiecta, in acervum lapidum commutaretur; ut proxime post diluvium à fermentatione humentis soli aliqua ex parte accidisse, ex vestigiis vulcanicis quaquaversus apparentibus, prout est conjectare.

448 Neque ob id me ignem illum centralem, in telluris nucleo peremittere asservatum, obtrudere, suspicari fas est. Scio plures auctores huiusmodi fornacem in telluris nucleo accendisse, quam tamen sine tabulis ac testibus accipere non possumus. Montes enim ignivomi peculiare materiam accensam congestiones sunt, quæ determinato ambitu definiuntur; quin ad centrum globi vel remotissime pertineant. Quæ autem à P. Mako in comprobationem ignis centralis afferuntur, ut sunt tempestates in profundis recessibus nunquam variata; calor æstivi,

ac hiemalis discrepantia, quam à sole tantummodo provenire non posse asserit, ac insolita frigoris incrementa quibusdam annis experta, non magni ponderis sunt, ut contra naturam suam ignem inibi perenniter conservari credamus sine ulla cum aere communicatione, quæ ad ejus perennitatem prorsus necessaria est, ut in Dissert. de aere, ac de igne ostensum manet. Neque magis *pyrophyllacia*, aut etiam *hydrophyllacia*, atque *aerophyllacia* à Tōsca ex Kirkerio desumpta eo modo, quo ipse describit, nobis arrident. En ejus verba. «Hic obiter advertendum est, quod jam superius innuimus pro majori structuræ telluris cognitione, tam ignem, quam aquam subterraneam per totum telluris corpus ita diffundi, ut ignis ab uno *pyrophyllacio* in alia per *pyragogos*, seu ignis canales communicetur: tum et aqua ab uno *hydrophyllacio* in alia per *hydragogos*, seu aquæductos derivetur. Insuper tum ex *pyrophyllaciis* ignes, tum ex *hydrophyllaciis* aquæ per terræ fissuras, quasi per fibras, aut capillares venulas, per totum Geocosmi corpus deducuntur, quibus fontes, tum et metallorum, ceterorumque mineralium genesis perficitur.» (Comp. Phil. tom. 4, lib. 1, c. 3). Hic, inquam, circulus ignis, aquæ (et aeris etiam prop. IX. cap. præc.) veluti circuitio sanguinis in corpore animali, à prælaudato scriptore assertus, similis vero mihi quidem non videtur. Plures ex his meatibus invicem communicare non inficior: eos tamen ex intentione naturæ per internam globi structuram ita dispositos esse, ut

circulationem ejusmodi fluidorum excipiant, nullo satis valido argumento probari, extra aleam positum existimo. Sed hæc hactenus.

449 Integra telluris structura tribus quasi partibus distinguitur. 1. Externus cortex seu crusta, quæ animantes et plantas alit, ubi aquis non interscinditur, omnium oculis subjacet, ejusque varietates innumeræ à cœli temperie, soli constitutione, ac hominum etiam cultura proveniunt. In hoc cortice *terra vegetabilis*, ut plurimum jacet, plantarum, stirpium, arborum vegetationi inserviens; quæ etiam ab animalium exuviis, vegetabilium spoliis non parva accipit incrementa; præsertim ubi campi cultore carentes silvescunt. 2. Pars intermedia regnum minerale comprehendit, in quo fossilia omnia continentur: quousque tamen perveniat, industriæ humanæ rimari numquam licuit, nec, ut puto, umquam licebit. Tot enim superandæ forent difficultates, etiamsi vitæ periculum ab aere nimium condensato non immineret, ut facilius maris, quam telluris profunditates scrutari posse, non dubitem. 3. Demum nucleus ipse telluris, qui fortasse nihil aliud continet quam reliquæ partes hactenus descriptæ; etiamsi pluribus in ipso ignem accendere, aut aquarum congeriem deponere, imò solem, lunam atque habitatores inibi collocare placuerit. Quæ omnia quam liberè conficta sint, vel ex eo liquet, quod nullus adhuc ex hominum genere ad profunditatem montium excelsiorum altitudini parem, descendisse gloriabitur.

450 Enimvero primigenia telluris hæc constitutio non est: nam et cataclysmus universalis innumeras in globum induxit mutationes; et ferè quotidianæ sunt peculiæres locorum, ac etiam tractuum longissimorum subversiones ut anno 1782 in Calabria, ac Sicilia, et tribus abhinc annis à Vesuvii postrema eruptione in oppido *Torre del Grecco* factas penè oculis vidimus: necnon litteris ex America meridionali, postremis hisce diebus allatis in regno Quitsensi, majore strage hoc anno editas, accepimus. Quæ quidem omnia terræmotibus præcipuè, necnon aquarum alluvionibus, ventorum turbinibus, undarum maris arietationibus, et si qua sunt similia, tribuenda sunt. *Vidi*, inquit Card. Bellarminus in egregio opusc. de Ascens. mentis in Deum, Gradu 2. «Vidi, nec crederem, nisi vidissem, immanem caveam à vento effosam, terramque hinc erutam supra proximum pagum projectam; ut locus à quo terra effosa fuerat, horrenda vorago videretur, et pagus totus ab hac terra obrutus fuerit.» Plura qui velit à Plinio relata inveniet, et in mundo subterraneo Kirkerii: quæ etiamsi non omnia fidem plenè mereantur, pleraque similia vero esse, ex his quæ ætate nostra acciderunt facile conjicitur.

451 Quod si à telluris concussionibus plures terræ tractus disparent, nonnumquam etiam ab ipsis telluris superficies augetur. Omissis quæ accepimus à Plinio de Insulis Rhodio, Delo, Hiera etc. quas noviter in mari natas, referebat, quibusque fidem penitus abrogare



non possumus, postremis hisce duobus sæculis nonnulla habemus monumenta, quæ pliniana illa à verosimilitudine haud abhorrere, confirmant. Anno 1638 nova insula comparuit non procul ab illa S. Michaelis, quæ una est ex *Azoribus* in Oceano Atlantico, quæ paullatim ad quinque milliaria longitudinis excrevit. Prope Puteolos anno 1738, quæ superficies maris nocte præcedente fuerat, manè in montem conversa apparuit, qui etiam nunc extat, *Mons Sanctus* appellatus. « Anno hujus sæculi septimo, X. cal. jun. oriente sole, biduo post tenuem terræmotum ab insula sanctæ Irenis (antea Therasia, vulgò nunc Santorini dicta) duo vel tria passuum millia, immanis scopulus apparuit, qui fluctuare videbatur, et qui ab aquis recens emersus, et viventibus adhuc ostreis obtectus, usque ad postridiè idus junias altitudine crevit. Postridiè idus julias septemdecim aut duodeviginti novi scopuli è sinu maris emergere visi sunt, qui in unum coaluerunt. Hæc omnia horrendus fragor comitatus est, qui ultra duos menses exauditus fuit, tum fumus, ac flammarum vortices, qui à nova insula attollebantur. Hæc verò altitudine, et latitudine in dies crescebat inter subterraneas explosiones, quæ ad septem passuum millia et ultra saxa jaculabantur. » Hæc, quæ ex Hist. Acad. 1708 transcribit Para, atque ab epistolis P. Bourgnon Jesuitæ, qui oculatus testis in Therasia tum temporis degens, transcripta sunt; asserta à Seneca, et Plinio de insulis, propè eandem *Therasiam*, seu S. Irenis insulam, exor-

tis confirmant, atque ipsam fecundam esse matrem insularum satis testantur.

452 Neque in mari tantum hujusmodi congregationes vulcanicæ visæ sunt: frequenter ubi *vulcanici* ignes erumpunt, immensæ terræ moles explosionibus congeruntur, quæ in montes eximiæ magnitudinis excrescere solent. Anno hujus sæculi 60 in Provincia Michoacanensi infamis fuit montis ignivomi formatio à terræ motu, atque ignis subterranei explosione in prædio quodam *Xorullo* dicto, à quo et monti denuò nato nomen impositum fuit. Hujusce stragis descriptionem poeticè exornatam habes in *Raphaëlis Landivar Rusticæ Mexicana* lib. 2, in qua montis *Xorullo* formationem sic describit:

Namque flagrans intus rabidi vesania campi  
 Vicinas magnis urgebat motibus arces,  
 Totque furens tædas vasto vibrabat hiatu;  
 Ut magno celsas superarent impete nubes  
 Purpureaque urbes implerent luce remotas.  
 Quin etiam cineres liquidum per inane volantes,  
 Disjunctos populos passim pressere timore.  
 Tot verò interea flammataë fragmina rupis  
 Impatiens ructat monstris fecunda vorago,  
 Ut saxum saxis, ac rupes rupibus addens,  
 Ingentem mediis montem glomeraverit agris.

Cave tamén credas, quod auctori asseruerunt, *congesta* nimirum *saxa* montem in medio vallis formasse *altitudinis ad milliaria tria*. Tunc enim montis *Chimborazo* (446) altitudinem penè æquaret, addita elevatione solis supra maris superficiem: quæ in meditullio regni Mexicani

summa est; ut à mitissima temperie aeris sub ardente zonæ torridæ cœlo satis colligitur.

453 Nolim tamen ob hæcenus dicta suspiceris, me in sententiam Burnetti, aut Voodvardi descendere, qui constitutionem globi aliam penitus ab ea, quæ in præsentiarum obtinet, initio rerum tenuisse, contendunt. Plura quidem commutata à diluvio fuisse non inficior, quæ verò ad summam rerum spectant, non adeo permutata sunt, ut in hac perversione superficiei terræstris vestigia primitivæ telluris non appareant, quod prædictis auctoribus placuit asserere. Montes enim et maria eo ferè quo nunc manent inodo, condita fuisse, nullus dubito. Distributio enim aquarum observante Derhamo sapientissimè disposita est, ita ut aquæ terris interpositæ jactum æquilibrium in globo conservent. Querulis autem, qui nimium ab aquis coartari habitabilem globi superficiem lamentantur, respondet laudatus auctor: mitifica Conditoris arte hæc ita esse disposita, ut si aliter conformaretur, globi facies, pluvix copia terris irrigandis necessaria haud suppeteret. Fac maris superficiem minui, continentium terrarum augeri, aquis profundius demersis, evaporatio maris, è qua pluvix concrescunt (432) procul dubio minueretur, quoniam in ratione superficierum, evaporationes crescunt, aut minuantur. Quamobrem si nunc imbrium quantitas irrigando solo, fontibus, fluminibus alendis, vix sufficit; aucta continentis terræ, imminutaque maris superficie, pluvix copia necessaria telluris incolis deficeret.

454 Ad stratorum dispositionem internæ partis telluris quod attinet, nonnulla curiosè observata sunt à Voodvardo, Perault, et Varennio. Generatim hæc notare sufficiat: non unam esse stratorum naturam; at continenter tum materia, tum crassitudine, quum etiam diversa inclinatione variare. Exemplum esto puteus Amstelodamensis ad 233 ped. profundus, in cujus excavatione ita strata dispesita fuisse Varennius describit: «hortensis terræ pedes 7; nigræ ad ignem nutriendum aptæ, quam vocant *Torft*, exteri *Tolfam* (neque enim sunt cespites propriè loquendo) pedes 9; argillæ mollis 9; arenæ 8; terræ 4; argillæ 10; terræ 4; argillæ, super qua solent domus Amstelodamenses fistulari, ped. 10; argillæ 2; sabulonis albi 4; siccæ terræ 5; turbidæ 1; arenæ 14; argillæ arenariæ 3; argillæ cum arena mixtæ 5; arenæ marinis conchulis mixtæ 4; deindè fundus argillæ ad 102 ped. profunditatem; post sabulo 31 ped. ubi fossio desiit.» Geog. l. 1, sect. 2, c. 7.

## CAPUT SECUNDUM.

### *De montium origine, et conformatione.*

455 **A**n te Burnetum, et Voodvardum nullus, si gigantes in poetis excipias, montes de loco suo dimovere ausus fuerat. Burneto tamen placuit è tellure ante diluvium ipsos tollere, ut globo suo modo conformaret planè rotundum, quo tamquam pila ipse luderet. Sanè ea in *Theoria telluris sacra* de globo terrestri commi-

niscitur, quæ nisi phantasie lusibus tribuantur, seriò ab homine et docto et cordato proponi vix credas. Primitivum chaos subsidentibus particulis gravioribus, ascendentibus levioribus ita disponit, ut supra nucleum telluris, quem ponderosiores particulæ conformarunt, aquæ circumfussæ fuerint. Aer et liquida omnia aqua leviora suprâ ipsam ad æquilibrium se composuerunt. Hinc ex unctuosis illis crassisque materiis solis et aeris actione crusta quædam solida formata est, quæ superficiem telluris reapse globosam exhibebat. Diluvii tempore crusta disrupta, aquæ ex abyssu eruperunt, ac per universam faciem terræ circumfusæ, maria formarunt, et montibus, è ruderibus primitivæ crustæ temerè congestis, originem dederunt. Hæc Burnetus: quomodo autem crusta illa super aquas conformari potuerit, ita ut concameratio, undique illas circumcingens, arctèque devinciens, quin ex aliqua parte subsideret, se sustinuerit, prædictus auctor non explicat. Quod quidem nisi miraculo contigisset, ut temporis momento concameraretur, quomodo concipi queat, prorsus non video. Mittamus cetera.

456 Woodvardus, et ipse philosophus Anglicus, telluris globum cataclysmi tempore prorsus dissolutum ab aquis tum deciduis, tum ex abyssu erumpentibus fuisse comminiscitur, lege gravitatis à Creatore in vindictam scelerum paullulum suspensa, à qua compages globi cohæsione continentur. Restituta deindè particularum gravitatione, antiquus ordo paullatim

denuò tenere cœpit. A gravioribus nimirum materiæ particulis in centrum subsidentibus, atque in concentrica strata se componentibus, nucleus telluris conformatus fuit. Verum leviores ab incursu aquarum concentrica strata formare non potuerunt, atque adèd hinc illinc interrupta continuatione; partim subsidendo, partim suprâ alia jam congesta se attollendo, valles, colles, montes composuerunt, quæ nunc superficiem terræ distinguunt. Aquæ tamen abyssi, infrâ hæc strata subterlabentes, iterum infimum locum supra nucleum tenent, cum aquis marinis occultis meatibus communicantes. Plures quidem curiosas observationes interserit Voodvardus, strata telluris, conchyliorum sedimenta, aliarumque veteris globi exuviarum congestiones spectantia, quæ historiam naturalem maximè illustrant. Multa tamen, ut Burneti hypothesis, in leges physicas peccat Voodvardi theoria, ac præsertim in hydrostaticam, quam collocatio aquarum sub graviore mole terrestris superficiæ omninò pessundat. Pluribus aliis in Physicam peccatis ipsum aggravant nonnulli, ut est dissolutio metallorum, silicum, marmorum, quam velut ab aquis diluvii perfectam posuisset, ipsum criminantur: meminisse tamen eos oportebat, hanc coherentiam solidarum partium non ab aquis diluvii, at à lege gravitatis intermissa Voodvardum assumere; in quo quid absurdi sit, non video, si hypothesim arbitrio suo confictam excipias.

457 Demum ne alia circa telluris primitivum statum commenta reticeamus, etiamsi

montium originem nonnisi remotè admodum contingant, Leybnitius in *Protogea* primitivam tellurem, ut reliquos etiam planetas, quod de monadibus suis ipse ad Passium scripsit, jocando, ut puto, in sidèra commutavit. Diu tamen lumen suum tellus retinere non potuit; adeòque extincto primo ardore, plures deindè metamorphoses *vitrificationis*, inundationum etc. subiit. Visthono placuit pro stella cometam tellurem statuere, cujus atmosphæra immensis vaporibus obducta, per plurima ante descriptionem Moisaicam sæcula, Chaos illud componebat, ex quo terra habitabilis educta fuit, subsidentibus gravioribus particulis, levioribus in aerem conversis. Atque indè initium sumere narrationem S. Libri Genesis, nullis tabulis aut testibus productis, Wisthonus contendit. Buffonus demum, graviter reprehensis Anglis philosophis, ac reos ipsos accusans contemptus S. Textus, hypothesim confingit à Baillyo in Historia Astronomiæ commendatam, quam tamen catholicè postea retractavit, in qua ut præcedentes auctores, creationem rerum per infinita sæcula anticipavit. Cometa, Buffonio teste, contra solem obliquè impingens, de ejus crusta partem radendo detraxit, ex cujus fragmentis ad diversas distantias propulsis, planetas omnes componit, qui juxta leges *impulsionis*, atque *attractionis* motus suos peragere cœperunt. Plura alia systemata, seu hypotheses ferè in dies publicam lucem adspiciunt, ut sunt illa Lazari Mori, De Luc. Puni, quæ longum esse singillatim persequi. Enimverò per immensa possibilitatis spatia vagari li-

berè possumus, hypothesesque innumeras con-  
fingere prædictis non absimiles; quas tamen  
nisi robustissimis argumentis firmaverimus,  
poetas non philosophos agemus.

458 Maximam tamen vim hypothesisibus suis  
prædicti auctores addere existimant, innumera  
illa strata marinorum omnis generis corporum,  
quæ non solum in humilibus locis, ubi aquæ  
diluvianæ diu permanere potuerunt, atque ipsa  
deponere; verum in celsissimis etiam Alpibus,  
Pyrenæis, Apenninis, Andibus reperiri, res est  
hodie omnibus notissima; quod, nisi præfatæ  
hypotheses admittantur, explicari non posse  
contendunt. Fateor maximam difficultatem in  
huiusmodi corporibus marinis, in altissimorum  
montium visceribus repertis, explicandis conti-  
neri; quam hypothesis Voadvardi (reliquis ab  
ipso adjunctis prætermittis) de dissolutione ter-  
restris globi diluvii tempore facili negotio ex-  
plicaret, si majores aliæ ipsi non opponerentur.  
Diversis planè vias insistunt auctores, ut ab hæc  
difficultate se expediant. Quidam nodum potius  
seindere, quam solvere tentarunt, negando ve-  
rus esse productiones marinas, quæ in huius-  
modi stratis continerentur. Verum innumeris  
experimentis à perfecta organizatione adhuc  
manente, cumque aliis procul dubio marinis  
eiusdem speciei collatione, ac similitudine in-  
venta deductum est, strata illa veras marinas  
productiones continere. Adde etiam pondus  
specificum utrobique æquale repertum; analy-  
sim eademmet principia in utroque disso-  
lutione ostendentem; ac eisdem monstrum ea



dissolventem: quæ omnia adhibita sunt, ut ejusdem naturæ marinæ subterranea illa, atque ea, quæ marina nemo inficiatur, comprobarentur.

459 Itaque admissa antediluvianorum cum præsentibus corporibus uniformitate, alii alias vias difficultatem explicandi excogitarunt, quas singillatim exponere longum esset. Quæ magis apud eruditos probatur sententia, ea est, quæ aquis diluvii celsissimos montes superantibus hujusmodi exuviarum depositionem tribuit. Nam in vehementissima illa maris concussione per tot menses *euntes*, et *redeuntes* aquæ marinæ dulcibus permixtæ, internas montium cavitates penetrare potuerunt, ibique simul introducti omnis generis pisces, aquis recedentibus remanserunt limbo sepulti, atque, ut in aquis petrificantibus fieri solet, lapidescentes: qui numismata quædam sunt diluvium comprobantia luculentius, quam historiam profanam illa, quæ passim in excavationibus effodiuntur. Ceterum ut non omnia marina corpora succos petrificantes nacta sunt, aut non illos æquè dispositos, sed à diversis salium conjugationibus alios aliter sese insinuantes intra poros receperunt, sic etiam vel integra, ut apes, aliaque insecta in succinis apparent, aut lapidea, vel in silicem commutata inveniuntur.

460 Ceterum divisionem montium in *primitivos*, seu *antediluvianos*, et *postdiluvianos*, quam affert Para, admittere non gravabor. Primitivos illos, atque orbi cæcos, tum fortasse condidit Deus, quum aquas jussit congregari in *locum unum*, ut appareret *arida*: depresso ni-

mirum solo, ubi aquæ congregari debebant, elevato atque inæqualiter assurgente ibi, ubi tellus solum stabile habitatoribus suis exhibitura erat. Ex hoc numero fortassè altissimi illi montes sunt qui perpetua nive eandent; quippè ad altitudinem *lineæ nivalis* assurgunt. Porrò *linea hæc nivalis* ex Bouguerio in zona torrida ad 2434 hexap. à maris livella incipit: sensim tamen deprimitur usque ad polos; ita ut in Gallia ad 1500, aut 1600 hexap. vel etiam ex Saussure 1400 incipiat. In Ætna quidem, solo nimirum ab igne subterraneo, ac cœlo minore elevatione poli magis temperato, infra 1500 hexap. nix perpetua concrescit. Postdiluviani montes, ut sunt, quos cap. præced. nominavimus, et tempore ipso diluvii, et sequentibus sæculis formari potuerunt, ac formatos esse documentis ineluctabilibus jam suprà ostendimus. Sanè qui vulcanica vestigia attentè scrutatus fuerit, quæ forè quasquaversus impressa cernuntur, magnis olim concussionibus globum nostrum vexatum fuisse ab internis accensionibus, quæ ultrò citroque superficiem terræ disjecerunt, nullus dubitabit. Atque ego quidem in meis peregrinationibus inter alia hæc attentè observans, nunquam non inveni veteris vestigia flammæ, quæ loca illa olim combussit. Neque ideirco globi superficiem in vulcanum commersam existimes. Hujusmodi enim peculiares conflagrationes, quæ fortassè post diluvium à fermentatione productæ fuerunt, neque omnes simul, neque diù permansisse credendum est; quoniam pabulum, quo nutriri ignem conve-

nit, æquè ubique dispositum fuisse, nefas est autumare.

461 Plures quidem sunt ignivomi montes, quos ad quingentos perducit Kirkerius, neque tamen omnes complectitur, ex quibus plures è diluvii tempore igne concepto perenniter ardere, proum est suspicari. Sanè mons *Ætna* in *Sicilla* nullo non tempore legitur ignem eructasse, quum *Vesuvii* accensionem tempore *Vespasiani* à *Plinio* juniore, ac *Dione Cassio* descriptam habeamus. Ad dolendum quidem est, ne à seniore *Plinio* junioris patruo ipsam legamus, qui ut oculatus testis illam describeret, temerè prætoriam triremem, in qua ut supremus classis Præfectus vehabatur, jussit propius accedere, atque idè fumo suffocatus interit, ut ejus nepos in suis, oppidè quidem elegantibus epistolis describit. Plurimos etiam ignivomos montes extinctos credimus; quod etiam memoria patrum accidisse scimus in tribus ignivomis montibus *Mexicanis*, quorum vertices perenniter nivosi conspiciuntur, diuque jam silent; quum ab historicis habeamus, flammis quondam eructasse, aut cineres emisisse. Origo, ac fomes ignitorum montium sulphur, sales, olea, metalla simul permixta ac fermentescentia existunt; quod diversis experimentis institutis ostendit *Lemery*, ab his materiis simul permixtis accensionem oriri.

462 A montibus ignivomis plerumque terræmotus generantur, ac luctuosè experta est *Guatimala*, Urbs ejus nominis Regni metropolis, ac post *Mexicum* totius *Americæ septentriona-*

lis florentissima, quæ ab ignivomo monte sæpius concussa, ac tertio demum eversa anno 1773 mense julio, sedem mutare coacta est, ne quartam ruinam in sua historia recenseret. Concussionum terræ causa sunt, hujusmodi ignes subterranei à materiis sulphureis, bituminosis, metallicis etc. fermentescentibus, ex quibus fluida elastica generantur, quorum vis maxima est (421), atque illam pulveris nitrati longè superant. Artificiose terræmotus excitantur, ita ut in parvis, quid in magnis natura exerat, edoceamur: 20 libris limaturæ ferri, totidem sulphuris in pulverem redacti admiscuntur, ac parum aquæ subiguntur, ut massa panibus conficiendis præparari solet, quæ nec humida, nec penitus sicca proveniat. Confectio hujusmodi tres aut quatuor pedes subtus terram defossa, post sex aut septem horas circumstans solum concutere incipiet, perindè atque à terræmotu à natura excitata fieri solet. Quæ si subtus aquas maris fermentesceret, typhonem marinum ederet, seu turbinem (251); aut si in nubibus vim suam exereret, tonitrua, ac fulgura emicarent, si Chambersio credimus, hæc asserenti; quorum nec ego experimentum umquam cœpi, et ipse, ut arbitror, numquam tentavit. Ceterum præcipua terræmotus causa est materia electrica coacervata, quod nesciens Plinius expressit his verbis: *Quidenim aliud est in terra tremor, quam in nube tonitrus?* Verè enim utrobique eadem causa agit, materia scilicet electrica inibi aerem, hic terram concutiens (330).

463 Nam ab experimentis tempore succus-

sionum terræ captis, effectus tunc quam similissimi electricis phaenomenis experiri, notum est; quod idem in tempestate fulminea evenire supra monuimus (333). Odor enim sulphureus, exhalationes igneæ per aerem discurrentes, necnon globi igniti, tonitrua quandoque subterranea, explosiones etc. tempore terræmotus observari, docet oculatus testis, dum Panormi commoraretur, Beccaria (Electr. nat. c. 7.) ac ferè omnes, qui *oculis physicis* terræmotus observant, ut Monteiro in Lusitania sua, an. 1755, Paræ interpret latinus, aliique, qui Bononiæ, atque in tota Æmilia terræmotum ferè quotidie solidum aunum, eoque amplius, senserunt an. 1780. Quod ulterius etiam illustratur ex eo, quod in magno terræmotu anni 1755 observatum est, plures tractus intermedios successiones terræ ferè non sensisse, quæ urbes ad illorum extremitates sitas penè diruerunt, ut Hispalim atque Ulyssiponem. Id quippe in fulmine evenire, quædam admodum loco dissita tangere, intermediis intactis, supra ubi de electricitate egimus, jam exposuimus. Ceterum quod inibi suspicati sumus de igne electrico (340), nonnisi mediatam esse fulminum causam, hic iterum repetere non gravamur. Nimirum posse sæpius contingere, ut explosio illa à nubibus facta, igni electrico tribuatur, quæ tamen *gas hydrogenii* ab ipso accensi, peculiaris sit effectus; quod etiam in terræmotibus accidere posse conjectamus, ut à viribus illius fluidi elastici à vapore electrico accensi, terræ succusio derivetur.

464 Neque ob id Pauliano ac Mako inficiabor, terræmotum è prolapsu fornicis disjectæ in visceribus montis, aut cavernæ subterraneæ ortum habere posse. Hæc enim causa sufficiens est ad ejusmodi succussionem producendam, quando moles adeò enormis sit, quæ motum vehementem in partes, quibus decidendo incumbit, imprimere valeat: quod etiam in simili casu domus concuti in superficie, quam habitamus, sæpè experimur. Verum terræmotus hujusmodi momentanei sunt, neque ultra succussionem à motus communicatione profectam, amplius iterantur; quod in terræmotibus hactenus descriptis non evenit, concussionibus sæpius repetitis, solum vexantibus. Qui quidem tremores aliquando *subsultorii* sunt; frequentius *undulatorii*, nonnumquam tamen ex utroque participare testantur, qui horribili hoc vindicis Dei flagello diu vexati fuerunt, ut de Italia Cisalpina modò scripsimus.

465 Demum observante Buffonio, conformatio montium non eadem ubique terrarum animadvertitur. Andes in America ab austro in boream protenduntur: in Africa ab occidente in orientem; Pyrenæos, Alpes, Apenninos in Europa orientem versus, etsi admodum obliquè, tamen converti videmus. Ceteroqui brachia quædam, aut ramos, si ita appellare fas est, quaquaversus ubique terrarum protendere animadvertimus primigenios illos montes, quæ indiscriminatim omnem plagam respiciunt, ac valles, planities, colles interci-

piunt, incolarum orbis commodis mirificè inservientes, ut in eorundem vaga conformatione sapientissimi, ac benefici Auctoris manum quod in ceteris naturæ operibus, in hoc etiam liceat introspicere. In montium visceribus *regnum fossile* seu *minerale* præcipuam sedem habet. Porro *fossilia* dicuntur ea omnia, quæ à terræ visceribus eruuntur, ac in quatuor classes vulgò tribuuntur. *Terras* scilicet omnis generis, *succos* seu materias pingues et salinas; *lapideas* tum vulgares, quum etiam pretiosos; ac denum *metalla*, de quibus omnibus capite sequenti singillatim est disserendum ea brevitate, qua Physicum decet, ne in messem alienam falcem immittat. Hæc enim tractatio Chemiæ, Mineralogiæ, atque Historiæ naturalis sparta est.

### CAPUT TERTIUM.

#### DE FOSSILIBUS.

##### §. I.

##### *De Terris.*

466 Si recentibus Chemiæ auctoribus fidem habemus, quinque species terræ elementaris etiamnum in natura distinguuntur, quæ omnes æquo jure nomen *elementaris* sibi vindicant. eo quod et inalterabiles sint, et in alias substantias resolvi nequeant, ac præterea in omnium substantiarum non simplicium compositionem ingredientur. Substantias non simplices modo

nominavi: quoniam chemici 33 simplices etiamnum cognitæ asserunt, quas et peculiaribus nominibus insigniverunt, suntque: *lux*, *caloricum*, *fluidum electricum*, *oxygenium*, *azotum*, *hydrogenium*, *sulphur* seu materia sulphuris, *phosphorus*, *carbonium*, *septemdecim metalla* infra ubi de metallis nominanda, *Calx*, *Barytes*, *Magnesia*, *Alumen*, seu materia aluminis; *Silex* seu materia silicea, *Soda*, ac *Potassa*: quibus nominibus quid significare velint, operæ pretium est explanare.

467 Quid *lux*, *caloricum*, *ignis electricus*, *oxygenium*, *hydrogenium*, sint, suis locis explicatum manet. Ad *azotum* quod attinet, substantiam illam dicunt *combustibilem*, *acidificabilem*, principium essenziale corporis animalis, quod cum *calorico combinatum*, *gas azotum* generat. *Sulphur* est substantia combustibilis, sufflava, odora, electrica, duplicem excitans, flammam in combustionem, cæruleam quidem si lentè aduratur, albam tamen exhibet, quando violenter conflagrat: terris, atque aleali facillimè *combinatur*, ac tum solubilis evadit. Metallis admixtus materias sulphureas omnis generis producit. *Phosphorus* est substantia combustibilis *acidificabilis*, alba, pellucida, *crystallizata*, fusibilis, duplici modo combustionem patiens, aut lentè flamma albicante, acri odore, aut violenter, tuncque vividè splendet, nullumque odorem effundit. *Phosphorus* numquam in suo simplicitatis statu in natura invenitur, eo quod maximè combustibilis ac res solubilis sit. Citius cum sulphure, ac métal-



lis societatem init, quam cum substantia animali, cui solummodo antehac sociari credebatur. *Carbonium* est substantia *acidificabilis*, à qua carbones vulgares habent, quod combustibiles fiant, atque in acidum carbonicum *oxygenio* atmospherico *combinatum* transit. Magnam partem in compositionem corporis animalis ac vegetabilis ingreditur; ab eoque soliditatem, seu *consistentiam* accipiunt. Ab eo etiam succi crassi maximè proveniunt, ut oleum, cera, sebum etc. De *alumine*, *baryte*, *calce*, *magnesia*, *silice*, statim. *Soda* unum ex tribus *alcalinis* acrem, ac urentem sorem exhibet, urinæ saporis non dissimilem; alba est, *consistens*, in parvas laminas cristallizata, fusibilis, liquescens, à qua silex funditur, atque in vitrum convertitur. Antehac cum *potassa* confundebatur, quæ omnibus prædictis gaudet proprietatibus. Verum hæc sales omninò diversos generat, ab eis, qui à *soda* producuntur, è qua acidum, cum quo *combinatur*, aufert *potassa*.

468 Ad substantias terreas, quæ sunt hujus thematis scopus, deveniendo, *alumen* hoc nomen à recentibus nomenclatoribus accepit, quia hæc terra basis est aluminis vulgaris. Mollis tactui est, linguæ adhæret, ad ignem durescit, aqua subigitur, plerisque acidis conjugatur. Sicca in subtiles lamellas conformatur; cum aqua et silice commixta maximè induratur. In argilla, steatitis, schystis, aliisque ejusmodi lapidibus magna copia continetur.

469 *Barytes* à pondere insignis est nunquam sola in natura invenitur, at semper

cum acidis *sulphuricis*, et carbonicis indissolubili vinculo copulatur. Ad ignem in vasculis fusoriis cum silice, et alumine admixta, cæruleum aut viridem colorem exhibet, quem etiam violarum dissolutioni communicat. Majorem quam *alkali* cum acidis affinitatem ostendit. Idcirco acidum *sulphuricum* avidè à liquidis imbibit, cum quo statim *combinatur*.

470. *Calx* (elementaris scilicet, non illa vulgaris) quæ plurimum ad proprietates alcalinas accedit, unica est è terris, quæ saporem acrem exhibeat, calidum, causticum, ac urinosum. Confectionem è violis factam in viridem colorem transmutat; vapores aqueos maxime imbibit, à quibus extinguitur. *Calx* aqua *combinata* eam in corpus solidum transmutat, adeoque caloricum ab illa expellit, è qua liquiditatem mutuabat. Ab igne nullum detrimentum patitur, dum ab aliis substantiis dissociata est; verum cum alumine, ac silice copulata, ab ipso resolvitur.

471. *Magnesia* terra est subtilissima, albedine insignis, igni resistens, mollis ac levis, ab aqua solvitur, si magna copia ipsi affundatur; tenuiter violarum succos viridi colore inficit. Acidis *combinata* *magnesia*, sales admodum solubiles generat, qui tamen à calce resolvuntur, ob prævalentem cum ipsis affinitatem. Ex hac *magnesiae* cum acidis affinitate, *ammoniacæ* sociata, quæ magnam pariter cum illis affinitatem habet, oriuntur sales, qui *duplicis basis* dicuntur. In amianto, ophite, aliisque lapidibus abundat hujusmodi terra.

472 *Silex*, non illa vulgaris, quæ substantia composita existit, terra simplex est, tactui aspera, ob idque metalla affrictu signat, nec igne funditur, nec aqua dissolvitur, imo plerisque acidis resistit: ab *alcalis* tamen valido igne admoto funditur, ex quo vitrum conficitur. Arena, silex, verbo, lapides omnes igniferæ hac terra tamquam base principali componuntur. Credebatur antea simplicior, quam ceteræ terræ, quas ex hac descendere, velut ex elemento autumabant: cui tamen opinamento experientiæ hactenus institutæ non suffragantur. Usibus humanis aiqua alia eximiam operam præstat, ab ea quippè vitra, cæmenta, figulina creta etc. componuntur, quibus humana supellex maximam partem concluditur.

473 Ex hisce quinque terris primigeniis diversimodè combinatis, immensa varietas mineralis regni præcipuè enascitur. Nam binæ, ternæ, sociatæ, ac simul cum *oxydibus* ferri etc. commixtæ, lapidum diversas species componunt, quæ innumeræ habentur in natura. Quod si ipsis acida permisceantur, classes *salis petrae* oriuntur, quæ plurimæ à chemicis numerantur. Cave tamen credas prædictas terras invicem aut in metalla transmutari; hoc enim, si recentibus chemicis fidem adjungimus, experientiæ adversatur, atque adeò inter deliria veterum chemicorum, aut etiam philosophorum relegare jubent. Fortassè plura ex his, quæ velut indubitata venditantur, eamdem vicem à posteris subibunt.

## S. II.

*De succis, seu materiis oleosis et salinis.*

474 *Oleum* unum est ex succis, quibus corpus animale, et vegetabile compingitur; estque substantia combustibilis ex *hydrogenii*, et *carbonii* combinatione proveniens. A majore *hydrogenii* quantitate olea plus minusve ad inflammationem prona sunt: ab eo enim habent, quod inflammabilia existant. Unctiosa etiam tactui sunt olea, atque ab aqua indissolubilia. Interno naturæ labore in vegetabilibus et animantibus formantur: ab his artificio extrahuntur distillatione, igne agente, qui *hydrogenium* et *carbonium* in ipsis contentum secum abripiens, vi affinitatis cum utroque, ex qua combinatione olea proveniunt.

475 Olea à natura elaborata, aut *concreta* aut *volatilia* sunt: illa arte conquisita *empyreumatica* audiunt. Parum *oxygenii* in oleis reperire licet: quod si nimium absorbere ea contingerit, conerescent, ac vim coagulandi amittunt. Hinc omnia olea concreta seu *fixa*, ut placet chemicis nuncupare, magis addensantur ab *oxygenio* majore quantitate imbibito, quod ex aeris contactu participant. Idem etiam ab acidis et *oxydis* metallicis obtinent; si cum ipsis permisceantur. Cum *alcalis* causticis si olea fixa copulentur, sapes proveniunt in communi hominum usu adhiberi soliti.

476 Olea *volatilia* acri gaudent odore;

qui magna copia ab ipsis circumfunditur; eo-  
que amplius, quo calor continenter augetur,  
ita ut ad gradum 80 calore perveniente, pe-  
nitus dissipentur. Cum *alcalis* olea *volatilia* æ-  
grè miscentur, ab acidis inflammantur: quum  
oxygenium magna quantitate imbibent, in  
resinas abeunt. Facilius quam olea fixa con-  
flagrant, eo quod majorem hydrogenii copiam  
contineant; atque idcirco ex ipsis major aquæ  
quantitas resolutione obtinetur. *Carbonium* ab  
ipsis contentum *præcipitare* haud ægrè sinunt,  
è quo *atramentum fumi*, seu *color niger* è fu-  
mo conficitur, quo artifices uti solent.

477 Compositum ex acido cum aliqua ex  
terris simplicibus (silice excepta, quæ ab a-  
cido non invaditur); aut cum uno ex *alcalis*  
aut ex metallis combinato proveniens, *sal* ap-  
pellamus. Hinc quoniam omne acidum ex ma-  
teria combustibili, et *oxygenio* eam in acidum  
transformante componitur, qui insuper una  
ex tribus substantiis modò indicatis adjungi  
debet ad salis formationem, perspicuum fit,  
vel simplicissimum salum tribus substantiis  
constare debere. Ex quo etiam prout est de-  
rivare 24 esse salis *radicalia*, seu *bases* (460);  
tres videlicet *alkali* species, quatuor terræ (467)  
simplices, ac septemdecim metallicæ substantiæ  
mox recensendæ, ob idque *radicalia*, aut *bases*  
*salsificabiles* has 24 substantias appellant. Che-  
mici.

478 Verum juvat *acidorum*, atque *alcalium*  
notionem clariorem hic exhibere; quoniam ve-  
lut succi primigenii haberi debent, ex quibus

alii derivantur. Omne combustibile ea quantitate *oxygenii* oneratum, ut saporem acrem mali aurei similem nanciscatur, *acidum* vocamus. Acidorum proprietates characteristicæ sunt, succos vegetabilium, cæruleum referentes colorem, ad purpureum traducere; cum alcalis, terris, ac *oxydis* metallicis libenter copulari; atque ea attrahere ad se, aut ab ipsis vehementer attrahi. Acida variari admodum possunt, tum in intensione, quum etiam in specierum diversitate. Nam quum ex commixtione *oxygenii* cum combustibili acidum oriatur, si acidum vehementissimum à nimia *oxygenii* quantitate evaserit, adjunctione novæ substantiæ combustibilis temperabitur, et contra *oxygenii* augmento acidum mitè intensius fiet.

479 Corol. Quare quum omnia corpora ab *oxygenii* combinatione cum parte eorum combustibili resolvantur, seu comburantur; quæ *oxygenio* saturata sunt, incombustibilia evadunt: contra verò quæ prædicto modo *oxygenio* privantur, à cujus combinatione incapacia fiebant sustinendæ combustionis, illo privata, iterum evadunt combustibilia. Habes igitur cur omnes substantiæ calcinatæ seu in cineres conversæ, incombustibilia sint: *oxygenio* enim in combustionem saturantur: quo si priventur, combustibilia iterum evadunt.

480 Ad species acidorum quod attinet, à combinatione cum prædictis substantiis, quas bases *salsificabiles*, aut *radicalia* antea appellavimus, quatuor gignuntur species. 1. Acida, à

radicalibus notis, ac simplicibus composita continet. 2. Acida à radicalibus ignotis profecta complectitur. 3. Quæ radicalia bina composita continent, tertiam speciem exhibent. 4. Demum à tribus radicalibus, quæ componuntur acida, hujus classis sunt propria. Hinc omne acidum combinatum cum terris simplicibus, vel cum alcali, aut substantiis metallicis, totidem salis species generat; qui proinde sales nonnisi prædictarum substantiarum cum acidis combinationes existunt.

481 *Alcali* est substantia acri, urente, atque urinoso sapore insignis: à caustica actione in omnes substantias animales præcipuè discernitur. Succos violarum cæruleos in viridem atque etiam in viride flavescentem colorem transmutant *alcali*. Tres species ejusdem numerant chemici recentes: *Potassam*, *Sodam* et *Ammoniacam*, ex quibus, duo *alcali* prius nominata, *fixa* seu conereta appellantur, eo quod ad ignem funduntur, quin evanescant; quod tertio non evenit, atque ideo *volatile* dicitur. *Potassa* ac *soda*, ut jam antea diximus, inter substantias simplices habentur, quoniam etiamnum in alias resolvi non poterint. Prima quidem è cineribus cunctorum vegetabilium educitur; altera à plantis propè litus maris provenientes: *Ammoniac* præcipuè in sale ammoniaco sedem habet, à quo *basem salsificantem* mutat.

482 Corol. Ex hactenus dictis pronam est deducere, innumeras species salium in natura inveniri; quoniam plurimæ combina-

tiones ex 34 acidis hactenus cognitis cum tribus *alcalis*, quatuor substantiis terreis, ac septemdecim metallicis provenire queunt; ex quibus plures salium classes, et genera juxta acidorum varietatem notantur, in species innumeras porro distribuendas neque in omnes adhuc distributas: ex. gr. 34 acida cum 4 terris admixta, 34 genera salium basi terrea et alcalina præbent, in 140 species notas distributa, quæ pluribus adhuc augeri queunt. Qui singulatim prædictos sales cognoscere avet, recentes à Lavoisiero chemicos adeat, ubi et species etiamnum cognitæ reperiet descriptas, et nomina ab antiquis diversa, quadam peculiari methodo inventa, condiscet, quibus gradationes salium in qualibet classe luculentius exhibentur.

483 Juvat tamen quatuor adhuc salium genera explicare, quæ frequentius solent nominari etiam ab iis, qui chemiam non tractant; suntque sales *neutri*, *metallici*, *petrei*, ac *essentiales*. Sal *neutrum* dicitur illud, quod basim salificabilem plenè saturatam habet ab acido, ex quo tamquam principio *salificante* componitur. Hujusmodi est sal commune, quo ad condiendos cibos utimur, quod *muriatum sodæ* recens audit. Sal *metallicum* à combinatione acidi cum 17 substantiis metallicis, cujus natura acris et corrosiva est, hoc nomen obtinuit. *Salispetra* genus vastissimum est, quod in duas classes tribui potest; altera quæ ab aqua solvitur, altera quæ ejus actioni resistit. Primæ classis sales passim omnibus occurrunt: quæ verò ad alteram



pertinent, inter sales vulgò non numerantur; ut sunt *crystalla*, *marmora*, *steatites*, *gypsum petreum*, etc. Demum ab *hydrogenio* et *carbonio* sales *essentiales* generatim componuntur, qui idcirco hoc nomen meruerunt, quia præcipua sunt materia, ex qua vegetabilia coalescunt. Ab adjunctione *oxigenii* in acida transformantur: imo acidum vegetabile è proportionem principiorum à sale essentiali tantum differre videtur.

## APPENDIX

### *De Gustu et Olfactu.*

484 **I**ndubium est, gustum, et odoratum, qui duo sensus in corpore animali resident, ab explicatis hactenus succis ad suas functiones excitari; unde commodior hic videtur locus dicendi ea, quæ ad utrumque sensum pertinent. Ac primò quidem *Gustus* duplici modo considerari potest, aut enim in substantia illum excitante, aut in membro affectionem excipientem concipimus, quæ duo nimium quantum invicem dissident. Sapida enim corpora illa sunt, quæ salibus vi humoris solubilibus (præc.) constant, unde attenuati in organa gustus se insinuent, modo huic sensui vellicando apto, ut sensatio in anima excitetur. Hinc substantiæ illæ, etiamsi salibus refertæ, quæ in *salispetræ* altera classe conscribuntur, nullo modo sapidæ sunt, quod ab oris humore earum sales non dissolvantur, ut *crystallus*, *marmor* etc.

485 Corol. 1. Quoniam innumeræ species salium in natura resident, qui multiformiter conjugari queunt; mirum non est, si tot saporum varietatem in esculentis, ac poculentis sentiamus, quæ non minus naturæ fecunditatem ostendunt, quam beneficam illam manum, ac tenerum affectum supremi omnium Datoris, qui non solum necessaria abundè nobis providit, verum delicias etiam omnis generis amantissimè præparavit.

486 Corol. 2. A salium etiam qualitatibus sapores grati, aut displicentes, dulces, acres, amari, caustici, saponacei etc. proveniunt, prout sales, quibus potiones, esculenta, aut quæcumque alia ori applicamus, ad genera hujusmodi qualitatibus prædita referuntur. Ab his enim fibrillæ, quibus mediantibus vellicatio transmittitur, aut leniter demulcentur, aut violenta irruptione in ipsarum texturas distentæ vexantur, aut etiam disrumpuntur.

487 Ceterum non omnes ab iisdem salibus æquè afficiuntur. Nam organi diversa conformatio plures in sapores modificationes inducere potest, prout à sensu illas recipiente plus minusve delicato, aut diversimodè affecto, titillationes ad animæ sedem transferuntur. Organum autem gustus lingua est, etiamsi fauces, labia, ac gingivæ nonnihil à saporibus præsertim acribus et causticis afficiantur. Tribus tunicis substantia musculosa linguæ contegitur. Estima illa, quæ epidermis species est, in brutis satis aspera frequentius conspicitur ad rubidioris pabuli crassioris attritus sine offen-

sione ferendos: in homine verò mollis ac delicatioris texturæ, quoniam titillationes blandas, ac suavius organum demulcentes percipere debebat. Hanc excipit tunica quædam ad instar cribri undique pertusa, ut tertiæ membranæ apicibus seu *papillis*, ita enim vocant, adeoque membranam *papillarem* dicunt, locum præbeat ad epidermidem usque se protendendi. Hujusmodi enim *papillæ* nervulorum apices sunt, qui noni paris nervis, ut Boerhavius, quinti, ut aliis placet (Metaph. 350), junguntur, ut ad animæ sedem notitiam referant earum, quæ in ore accidunt, affectionum.

488 A Malpighio sedem gustus in prædictis papillis collocant omnes physiologi, nec injuria: satis enim prominentes sunt hujusmodi papillæ, in quorum cavitates sales se insinuant, ibique nervulorum apices multimodis commovent: juxta indolem salium diversam, atque inde vellicatio ad cerebrum nervulorum ductu propagatur. Hinc est, quod sensatio acutior in linguæ apice residet, quoniam ibi confertissimæ sunt papillæ; mediocris ad linguæ medium, prorsus hebes in fundo, ubi lingua et fauces œsophago junguntur, quoniam in his locis magis invicem papillæ distant. Quod si aliquando corrupta lingua, ut à Catio referri, ait Mako, quosdam gustus non amisisse verum est, papillis per fauces ac labia dispersis id tribuitur, in quibus aliquam titillationem excitari, maximè à salibus urentibus piperis, aliisque acrioribus, passim experimur. Et Catius quidem in Mako papillas hujusmo-

di ad æsophagum etiam ad ventriculum extendit, à quibus famis ac sitis affectiones exponit, quæ quidem si ad gustum referendæ sunt, procul dubio hoc modo oportet explicare.

489 Corol. Itaque quæcumque linguæ papillas à statu suo naturali deturbant, gustum corrumpere debent; ita ut si nullam prorsus vellicationem præsentiant, sensus ille prorsus extinguatur. Hinc est, quod febricitantes, catarrho ad fauces fluente vexati, aliique humoribus piguibus ad linguam depositis laborantes, saporem à cibus nullum percipiant. Hinc etiam provenit hebetudo in palato illorum, qui saporibus nimium irritantibus assuescunt, ut sunt liquores, quos *spiritosos* dicunt. Imò qui à remediis ad nauseam provocantur, à spiritu vini in ore aliquantulum retento, præsens auxilium poscunt, ut nauseatam potionem in stomacho contineant.

490 Ad olfactum quod attinet, ea qua processimus methodo in gusto exponendo, ad hunc etiam sensum explicandum utemur. Odores enim aut in corpore odoro, aut in organo ab iis affecto considerantur. A corporibus nimirum continenter effluvia quædam emanant, quæ per circumstantem atmosphæram ultro citroque feruntur; aptumque naeta organum, quod percillant, vim suam in ipsum exerunt. Hujusmodi sunt sales volatiles (476), qui è corporibus avolant facillimè, atque adeo exhalationum regto hujusmodi corpusculis refertissima est: eoque magis, quo à *calorico* resoluta, ad evaporationem vehementiorem corpora adiguntur.

491 Corol. 1. Hinc illæ omnes substantiæ, quæ particulis maximè fluidis coalescunt, ad odores emittendos aptissimæ sunt, si salibus volatilibus insimul ditentur, ut liquores *spiritosos* passim experimur. Corpora etiam quædam existunt, quæ etsi admodum compacta sentiamus, odores tamen acutissimos spirant, ut *moschus*, succinum, flores, ligna odorifera etc. quod à copiosa salinarum particularum ex earum substantia emissionem provenire indubium fit, ex eo quod alia etiam corpora evaporatione particulas continenter emittunt, quin ullum in sensu concitent odorem.

492 Corol. 2. Quare odora etiam corpora si vetustate, aut nimio calore volatilium salis particularum copia fraudentur, odor, aut omnino cessat, aut hebetatur quidem certè. In succino, *moscho*, lignis aromaticis primum evenire experimur, quum vetustate effoeta salibus, nullum amplius spirant odorem. Alterum in floribus, meridianis horis, aut æstivo calore obtinente, passim occurrit, exhaustis quippe ab exhalatione volatilibus particulis, odores non proveniunt, donec aere frigescente, à succo nutritio deperditæ, sales denuò instaurentur.

493 Corol. 3. Odorum varietas, ut et saporum (484), à diversis salium speciebus petenda est, quæ quum multiplices sint, ac etiam multimodis in quantitate, conjugatione cum aliis substantiis, attenuatione etc. queant variari; innumere odorum species ex hujusmodi diversitate proveniant oportet. Adde huc diversas organorum temperationes, à quibus im-

pressiones in organa pariter modificari indubium est.

494 Nam olfactus prout in organo concipitur, in membrana *pituitaria*, quæ internam narium superficiem convestit, residet, ut omnium consensu probatum videmus. Est enim prædicta membrana innumeris papillis nerveis instructa, quæ salium vellicationes excipiunt, per motionemque receptam ad cerebrum transferunt. In homine hic sensus non adeo acutus est, ut in multis animalibus experimur. Nobis enim hæc suppellex necessaria non erat, imò admodum incommoda foret eo gradu perspicacitatis, quo plura animalia ad cibum inquirendum opus habent, ut de apibus fertur, quæ in mel per aliquot passuum millia odore feruntur. Exempla tamen habemus in homine acutissimi odoratus, in quo odorem canum vim exquare quidam videntur. In *Historia Antillarum* legitur, *Æthiopes* inibi commorantes ab odoratu vestigia *Europæi* à vestigiis *Æthiopum* satis discernere. Audivi à quodam in collegio *Soc. Jesu Maniliensi* olim commorante, pueros indigenas ibidem famulantes, linteas vestes Patrum in prædicto collegio degentium, qui ad quinquaginta, eoque amplius numerabantur, ac postquam lotæ fuissent, singulis hebdomadis cuique restituebantur, sola odoratione adhibita, distribuere solitos, quin signa apposita vel intelligerent, vel consulerent. Rei veritatem lectori judicandam permittimus.

495 Olfactus eo etiam modo, quo de gustu exposuimus, hebetari solet. Constanter ex-

perimur eos, qui acribus odoramentis delectantur, ut sunt qui pulveris nicosiani, *tabaco* vulgò dicti, continenti inspiratione nares implent, deteriore olfactu plerumque utuntur. A fluxione etiam humoris in nares abundantiore olfactum hebetiorem fieri, ii, qui catharro laborant, passim experiuntur. Imò frequenti sanguinis per nares emissionem, sensum omnem odorum amisisse, affirmat Paulus Mako. Sed hæc hactenus.

### §. III.

#### *De Lapidibus.*

496 E quinque terris simplicibus (476) totidem lapidum genera componuntur, quæ diversas deinde species singula continent, familiam omnem complectentes. Primum genus mixtiones omnes *calcarias* continet; alterum mixturas *baryticas*; tertium *magnesianas*; quartum *aluminosas*; quintum *siliceas*. Hoc ordine species sub quolibet genere distributas dabimus quin singillatim nomina sub ipsis comprehensa indicemus, quod *Lithologiæ* munus est, non *Physicæ*, quam tradimus.

497 Ac primum quidem genus *calcarium* sex species complectitur ex mixturis *calcariis* coalescentes, quas numeris designabimus, ne repetitione iterata in fastidium recensionem adducamus. 1. Lapidem omnes calcarios ex *magnesia* et *calce* compositos complectitur. 2. Ex *calce* et *baryte* cinereo colore. 3. Ex *carbonato*

*calcis et alumine.* 4. *Ex calce ac silice.* 5. *Ex calce et bitumine.* 6. *Ex lapide calcario et ferro.*

498 Alterum genus *baryticum* ex duabus tantum speciebus coalescit, ex quibus prima mixtionem continet *solphati ex baryte, petroleo, gypso, alumine*, ac *silice*: altera mixturam *ex carbonato barytis ferreæ*, ac *silice* indicat. *Lapides epatici*, ac *spatici* dicti, ut plurimum in hoc genere continentur.

499 Tertium *ex magnesia* compositum genus quinque species amplectitur. *Ex magnesia pura, silice*, et *alumine*, qui lapis *magnesianus* audit. 2. *Ex carbonato magnesiæ, silice* et *alumine*: in hac talcus, *steatites* plures, etc. continentur. 3. *Ex magnesia pura, silice, alumine, aqua* et *ferro*. *Ophites* in hac classe numerantur. 4. *Ex carbonato magnesiæ, silice, calce, alumine*, et *ferro*: continetur in hac specie *asbestus*, ut *amianthus* in sequenti. 5. *Ex carbonato magnesiæ, calce, solphato barytis, alumine* ac *ferro*.

500 Quæ ab *aluminosis* commixtionibus quartum genus componunt, in sex species tribuuntur. 1. *Ex alumine, silice, carbonato calcis*, ac *ferro*, in qua *argillæ omnes* concluduntur. 2. *Ex alumine, magnesia pura, silice*, ac *ferro*. 3. *Ex alumine, silice, magnesia, calce*, ac *ferro*. 4. *Ex alumine, silice, carbonato magnesiæ, calce*, et *ferro*. 5. *Ex alumine, silice, sulphure ferri, carbonato calcis*, et *magnesiæ*. *Vulcanicæ materiæ bituminæ adjuncto* ex hac classe lapidum, ut plurimum existunt. 6. *Ex alumine, silice, calce*, et *aqua*.



501 Demum in quinto genere omnes lapides igniferæ comprehenduntur, quæ in octo classes tribuuntur. 1. Ex *alumine, silice, calce*, ac *ferro*, in qua omnes lapides pretiosi, gemmæ, carbunculi, topazius, hyacinthus, smaragdus etc. comprehenduntur. 2. Ex *silice* aut pura, aut *ferro, calce, alumine* admixtis in modica quantitate. 3. Ex *silice, alumine, calce*, ac *ferro*. In hac silices vulgares ignivomi collocantur. 4. *Silici* adjungit mixtionem *aluminis* ac *ferri*, ex qua jaspides colorati proveniunt. 5. Ex *silice, alumine, calce*, nonnihil *magnesia*, ac *ferri*. 6. Ex *silice, calce, magnesia, ferro, cupro, acido fluorico*. 7. Ex *silice, fluato calcis, solphato calcis* ac *ferri*. 8. Ex *silice, alumine, baryte, magnesia*.

502 Corol. Quoniam omnia lapidum genera, et species, à conjugatione terrarum simplicium cum salibus, ac metallicis substantiis proveniunt, planum est novos lapides naturæ labore quotidie formari, formatos dissolvere, aut in majorem molem excrescere posse.

#### §. IV.

##### *De Metallis.*

503 Metalla sunt substantiæ simplices ex 33 etiamnum cognitis *combustibiles, lucentes*, seu lucem reflectentes, *graves, opacæ*; ob idque lucem reflectunt, etiam in pulveres redactæ, fusiles etiam sunt *crystallizabiles*, aquam, et quædam acida resolvunt, oxygenium ipsorum separando. Cum *sulphure, phosphoro, et carbo-*

*nio* copulantur; qua ex conjugatione petræ *minerales* formantur. Invicem multimodis commiscuntur, ex quo alligationes metallicæ proveniunt. Metalla pluribus chemicis gaudent proprietatibus præ aliis substantiis hactenus cognitis. Nam 1. calcinari patiuntur, sive ut recentia nomina adhibeam, sunt *oxydabilia*: chemicis enim junioribus *oxydatio* idem est, quod à veteribus *calcinatio* dicebatur. Porro *oxydum* vocant omne combustibile cum *oxygenio* combinatum quantitate minore, quam ut in acidum convertatur (477). Hinc oxyda *vegetabilia*, *animalia*, ac *metallica* distinguunt, prout ab his substantiis calcinationes obtinentur, in quibus plures species *oxydorum* distinguunt, quas apud chemicos videre licet. Quare omnis substantia *calcinabilis*, et *oxydabilis* est. 2. Quædam metalla, ut *Molibdenum*, *Arsenicum*, ac *Tungstenum* in acida converti possunt: quoniam post *oxydationem*, combustionem suam perficiunt, si copiosius *oxygenium* imbibant, à quo in acida convertuntur. 3. Eo ipso quod acida evaserint, *salificantia* etiam fiunt, *bases salificabiles* in sales convertendo (477). 4. Sunt etiam *salificabilia*, quia cum acidis combinata, *bases* sunt salium metallicorum.

504 Metallorum septemdecim substantiæ simplices numerantur, quæ in quinque classes tribuuntur. Prima continet metalla friabilia, atque *acidificabilia*. 2. Metalla friabilia, quæ tantum *oxydabilia* sunt. 3. Metalla mediocriter ductilia, ac solum *oxydabilia*. 4. Nimium ductilia, quæque faciliè *oxydantur*. 5. Demum metalla

omnium ductilissima, ægrè tamen *oxydabilia*. In prima classe *Arsenicum*, *Tungistenum*, *Molibdenum* comprehenduntur. 2. *Cobaltum*, *Bismut*, *Nichel*, *Manganesium*, et *Antimonium*. 3. *Mercurius* et *Zincum*. 4. *Plumbum*, *Ferrum*, *Cuprum*, *Stannum*. 5. *Argentum*, *Aurum*, *Platina*.

505 Schol. Ante novam chemicorum methodum veteres dividebant metalla in *perfecta*, et *imperfecta*, seu semimetalla. In primis numerabant; eorum pondus specificum in gradatione sequendo, *Aurum*, *Mercurium*, *Plumbum*, *Argentum*, *Cuprum*, *Ferrum*, *Stannum*. Ad imperfecta metalla relegabant *Arsenicum*, *Cobaltum*, *Bismutum*, *Zincum*, *Cinnabarim*, *Antimonium*.

506 Metalla mineralia seu *mineralizata* illa vocant, quæ cum alia substantia combustibili combinata, metallorum proprietates amittunt. Substantia autem metalla suis qualitatibus exuens *mineralizatrix* audit; ac tertia illa substantia ex utraque proveniens *minerale* nuncupatur; quod idem sonat, ac fossile latinis. *Arsenicum* ac *Sulphur* in maximis *mineralizatoribus* habentur, quoniam ferè omnia metalla ab his in lapidem *mineralem* convertuntur. Ceterum alia etiam metalla sæpius invicem conjugata reperiuntur, ut notum est his, qui separandis invicem metallis insudant. Idcirco in officinis metallorum purgationi destinatis, tot labores impendunt opifices, malleis, igne, mercurio, trituratione etc. metalla subigendo, ut substantiæ copulatæ in *minerali* invicem dissociantur. Qui plura de his cognoscere avet, metallurgicos adeat, ac recentia lexica chemicorum,

In quibus hæc, quæ nos cursim dedimus ex eorum penu translata, distinctius, ac uberius tractata reperiet. Ad calcem hujus capituli, quæ de Magnete scitu digna occurrunt, relegavimus, quod peculiarem tractationem sibi vindicat hic lapis, singularibus qualitatibus insignitus; quæ proinde physicorum attentionem ad se converterunt, ut eorum ingenia torquerent.

## APPENDIX.

*De Magnete.*

507 **M**AGNES, dictus etiam *lapis Hera- cleus*, è multis unum est naturæ arcanum, cuius investigationem plures tentarunt, inutili tamen labore hoc unum assecuti sunt, ut posteris ostenderent, plura esse naturæ mysteria, quæ humanum captum prorsus exsuperent. In lapidibus plerique recensent magnetem; nonnulli ad metalla relegant. Quidquid tamen de fossilium classe, ad quam revocandus sit magnes, qui fortassis in mineralibus (509) rectius collocabitur; illud certum, insigne peculiare ipsius esse duos polos habere, in quibus maxime vis illa residet, quæ in illo observatur. Ut autem polorum situs dignoscatur, circum magnetem limatura ferri spargitur, quæ ab ipsius attractu ita disponitur (fig. 41), ut poli AA, BB à filamentorum positione ad rectam accedente satis indicentur, dum ad latera in curvas AEB conformantur. Aliquos inveniri magnetes, qui plures habeant polos quam duos, testis est Brissonus. Nimirum magnetes hujusmodi ad

boream ac meridiem non è duobus punctis convertuntur, sed è quatuor aut sex eam affectant positionem. Axis magnetis est recta AB per polos transiens: planum autem cum hac recta congruens, magnetis Meridianum concipitur. Æquator verò planum per EE ductum, axem, ac Meridianum normaliter dividens. In quocumque frustula magnes dividatur, partes divisæ polos exhibent, constanter ad austrum et boream se dirigentes; ex quibus poli ipsius, ut et globi terraquei nomen derivant.

508 Sex in magnete ~~characteristica~~ proprietates notantur *attractio, repulsio, directio, declinatio, inclinatio*, atque harummet qualitatum *communicatio*. Per attractionem ferrum, aut chalybem ad se trahit, ab iisque vicissim attrahitur: quæ proprietas una tantum est prisca Philosophis nota.

...Lapis hic ut ferrum ducere possit,  
Quem magneta vocant patrio de nomine Graji,  
Magnetum quia sit patriis in finibus ortus.  
Hunc homines lapidem mirantur, quippè  
catenam

Sæpè ex annellis reddit pendentibus ex se.  
Quinque etenim licet interdum, pluresque  
videre

Ordine demisso, levibus jactarier auris.  
Unus ubi ex uno dependet subter adhærens,  
Ex alioque alius lapidis vim, vinclaque noscit:  
Usque adedò permanenter vix prævalet ejus.

*Luc. l. 6, v. 906.*

Quæ quidem magnetum attractio plurimum au-

**getur**, si *armati* fuerint, seu laminis ferreis ad polos applicatis, ac prominentibus circumcincti.

509 Altera magnetis qualitas est *repulsio*, quæ quidem tunc notatur, quum duo magnetes ac polos cognomines invicem applicantur: nimirum si boreali polo polus alterius borealis accedat, sese invicem fugiunt, ac repellunt. Contra verò si boreali australis polus appropinquet, amico foedere conjunguntur magnetes, ita ut fermè in unum coalescant. Si in duo frustula secundum axis longitudinem DD, magnetes AB (fig. 42) dividatur; duo segmenta SAN, SBN, quæ prius arcto vinculo vinciiebantur, se invicem repellent. Diviso enim magnete in longitudinem axis DD, poli S, N situm non mutant; post divisionem itaque polus borealis N segmenti SAN adjacet polo N segmenti SBN, quod etiam in polis australibus, S, S accidere perspicuum est; ex quo eorundem mutua repulsio consequi debet: quoniam poli cognomines se invicem fugiunt. Fac tamen magnetem EF (fig. 43) juxta planum æquatoris EF dividi: duo puncta S, D, quæ contigua erant, in polos diversi nominis abeunt, atque ideò se invicem attrahent (præc.), tum enim polus borealis D segmenti EDF adjacet polo meridionali S segmenti ESF.

510 Quod si hæc attractionis ac repulsionis phænomena admiratione digna sunt, profectò non minus mirandam est, ipsa nulla aliorum corporum interpositione impediri, tantumque à distantia prohiberi, ut attractiones ac repul-

siones mutuae à magnetibus edantur. Inter duos magnetes, aut virgas ferreas, quæ magnetis virtutem participarunt, lapidem, lignum, metallum quodvis intermitte; sese attrahent, aut repellent, si in distantia seu sphaera activitatis eorundem constituta sint, perinde ac si nullum corpus intercederet. Fuerunt, qui à ferro interposito attractionem ac repulsionem cohiberi contenderent: Brissonus tamen oppositum se constanter expertum esse confirmat.

511 *Directio*, qua magnes continenter versus mundi polos convertitur, tertia est ex aliis ejusdem proprietatibus, quæ hominum generi maximam pariat utilitatem. Ab ea enim *Acus nautica* inventa est, quæ aliud æs triplex circa *pectus* nautarum duxit, ut totum, qua latè patet terrarum orbem, intrepidè lustrarent; quum ante acus nauticæ inventionem, vix à maritimis oris recederent, ne terram è conspectu amitterent, è quo cursus maritimi temperabantur, maximè nubilo cœlo stellarum adspectum prohibente. Cave tamen credas directionem magnetis mundi polos constanter affectare. Experimento enim per duo sæcula continuato notatum est, directionem magnetis continenter tum pro diversitate locorum variare, tum etiam in eadem mundi plaga temporis decursu vicissitudines nulla lege subire.

512 Atque hæc *declinatio* à punctis polari-  
bus quarta inter magnetis proprietates numeratur, eo quod ferè nullus in orbe locus sit, in quo polos nulla flexione respiciat. Porro *declinatio* aut orientalis, aut occidentalis notatur,

prout orientem vel occasum versus magnes deflectit. Londini ab anno 1580 declinatio, quæ tunc erat 11 grad. 15 min: orientem versus, sequentes subiit variationes: anno 1622 sex tantum gradus ad orientem accedebat; 1634 grad. 4 min. 5: donec 1557 ad polos nulla declinatione sese composuit. Declinationem inde occidentalem continenter ad occasum crescentem magnes affectavit: ita ut anno 1672 duobus cum dimidio gradibus declinaret, 1692 grad. 6, 1771 ad 22 grad. jam recesserat. Parisiis an. 1550 magnes 8 gr. ad orientem declinabat; 11 gr. an. 1580; 1610 ad 8 grad. retrocedens consistebat; donec 1666 polos nulla variatione affectaret. Ad occasum postea coepit declinare; ita ut mense septemb. an. 1787 ad grad. 41 min. 36 consisteret. Ceterum huiusmodi declinatio quandoque interdum variare observata est; manè ad occidentem, vespere orientem versus facta declinatione. Porro quantitas declinationis facile dignoscitur, acu magnetica supra lineam meridianam collocata; ac semicirculo, aut etiam quadrante, in gradus diviso aptè secundum meridianam disposito, ut captui obvium cuique est.

513 *Inclinatio* quinta ex magnetis proprietatibus in acu præsertim magnetico oculis luculenter percipitur. Ac ne quis à præponderante alterius partis pondere id oriri posse suspicietur, antequam acus magnete fricetur, observare licebit, eam adamussim esse æquilibratam, atque horizontem utrinque nulla inclinatione respicere. Postquam verò magnetica virtus ipsi



indita fuerit, constanter ad horizontem inclinabitur: ad boream quidem hemisphaerium boreale tenentibus, ad austrum tamen se curvabit, in alterum australe delata. Quod si hæc inclinatio constanti lege observaretur ab æquatore ad polos accedendo; plurimum utilitatis ad latitudines geographicas investigandas ex illa derivaretur. Verum ut de declinatione monuimus, de inclinatione pariter asserimus, nulla constanti lege teneri. Londini an. 1576 inclinatio à Roberto Norman ejus detectore inventa fuit grad. 71 cum 50 min. nunc ad 75 grad. extenditur. Parisiis an. 1787 grad. 71 observabatur; quod quadrante, aut semicirculo gradibus distincto ad horizontem normaliter erecto, ac modo conveniente acu inibi collocata, nullo negotio dignoscitur; gradibus anguli ab horizonte et acu comprehensi diligenter notatis.

514 Denum magnetes longè suam speciem propagant, ferro in magnetem commutato, quod ultimum esse insigne magnetis supra posuimus. Nam virgæ, laminæ, aut acus ferreæ vel chalybeæ modo debito à magnete perfrictæ, hactenus dictas induunt magnetum proprietates, perinde ac lapides è fodinis magneticis erutæ: ac proinde *artificiales* magnetes solent nuncupari. Plures methodi inventæ sunt ad hanc virtutem communicandam: vulgatiores illa est, ferri laminam, polis magnetis fricare ita, ut polus boreus ad unam extremitatem adhibeatur, ad alteram meridionalis: nimirum eadem semper directione fricationes fieri debent, qua inceptæ sunt, eodemque magnetis polo. Si

enim nullo discrimine id fiat, virtus metallo participatur nulla, contactu poli borealis ex. gr. destruyente vim, quam australis polus indiderat.

515 Schol. Acus nauticæ inventionem plures nationes sibi vindicat. Neapolitani Flavio Gioja Amalphitano tribuunt, quem anno 1302 illam ad usus nauticos applicasse prædicant, haud dissentientibus aliis nationibus, qui hanc gloriam non ambiunt. Veneti Marco Polo concivi suo asserunt; quatenus à Sinensibus, ad quos peregrinationem instituit sæculo 13, ad Italos hoc inventum an. 1260 transtulisse dicunt. Sinensibus in usu fuisse acum nauticam ab antiquissimo Imperatori Chiningo inventam, affirmant plures, renuentibus aliis, qui ab Europeis illos acus. usum didicisse contendunt. Plucheus Gallis suis ex eo inventionem hujusmodi asserit, quod nautæ lilium, quod Gallorum insigne usque ad nostra tempora fuerat, acum nauticam ventos designantem ornare consueverunt. Vide figuram 33. Huc adde Fauchetum, quosdam versus Guyoti poetæ provincialis, qui an. 1100 in vivis erat, in medium afferre, in quibus non obscure magnetem sub nomine *lapidis nautici* indigitat. Anglis demum placuit etiam hoc inventum sibi adscribere, Vallisii conjecturis innitendo, quibus suis concivibus hoc inventum attribuit. Videsis eruditum Joannem Andresium in *Hist. lit. tom. 4, lib. 2, cap. 2.*

516 Plures excogitatæ sunt a physicis hypotheses, ut magnetica phænomena explica-

rent, quæ quidem non minus abstrusas eorundem causas ostendunt, quam humani imbecillitatem ingenii ad penitiora naturæ arcana indaganda confirmant. Lucretius loco supra citato effluvia à magnete effluere comminiscitur, quæ aerem rarefaciendo circumfluo recurrenti locum dant, ut ferrum ad magnetem propellet. Plures physici tellurem magnum quemdam esse magnetem autumant, omnia corpora circumstantia ad se trahentem, cujus, veluti in parvis ludens natura, imitamen in magnete nobis exhibeat. Quomodo autem id eveniat, explicare conatur Cartesius, qui ab arctico polo ad australem, et viceversa subtilissimæ materiæ torrentem circumfluere excogitabit, qui per lineas axi terrestri parallelas continenti fluxu defertur, ac vorticem quemdam efficit particularum concursione, eo ferè modo, quo in figura 41 depictum vides. Hujusmodi autem particulas vorticem componentes striatas esse ponit, ut ferè cochleæ sunt; ex quo id necessario consequitur, quæ polum borealem permeant, ut per australem effluant, per hanc regredi iterum ad borealem non posse, spiris contraria directione formatis id prohibentibus; quod pariter de illis, quæ directione opposita feruntur, dicendum venit. Jam magnes, tellurem in parvo referens, ab hujusmodi vortice eodem prorsus modo, quo tellus, intimè permeatur; unde accessus à polis diversi nominis, recessus à cognominibus provenit. Nam striæ materiæ subtilis ab austro ad boream directione delatæ, canales striatos analogâ forma compositos inve-

nientes, facillimè permeant, et versa vice à borea ad austrum recurrentes: quare ex hoc affluxu ac effluxu conjunctio seu attractio duorum magnetum necessariò consequitur. Quod si jam polos cognomines jungas, materia subtilis strias suas in canales contraria directione ordinatos intromittere non potest, ut in ecchleis sensu inverso introductis est manifestum. En igitur causam repulsionis in polis cognominibus. Inclinationem ac declinationem ex iisdem principiis deducunt. Nam à polo exiens materia circum tellurem ad alterum polum defertur: unde ad ipsum accedens, ut per axem intromittatur, inflecti debet, et acum aut magnetem inclinare. Variationes etiam in fluxu vorticoso pluribus de causis accidunt, ex quo declinationes magnetis proveniunt. «Et quidem si res poeticè exponenda foret, nihil elegantius Cartesiano commento invenietur. Causas verò sibi pro arbitrio contingere, quæ nulla ratione probentur, nisi quia illis positæ, hypothesis satis explicat phænomenon, hoc demum est, qualis mundus possit esse, non qualis sit explicare.»

517 Ad similitudinem veri magis accedere videntur, qui à materia electrica hujusmodi proprietates derivant. Compertum quippè est, sæpius fulminum tactu magneticam virtutem ferro inditam fuisse (337); ut etiam explosione electricæ scintillæ in acus nauticas directa, constantem, velut à magnetis contactu, ad polos directionem, ceterasque vis magneticæ qualitates obtinuisse. Enimverò, ut Icari casus alio

deterruit, ne volare tentarent; sic Epinei, qui nuper novam de magnete theoriam invenire conatus est, irritum tentamen, Jacquieri effatum confirmat: «Quod spectat effectuum magneti-  
corum causam, fatendum est, nihil esse in Physica obscurius. Quare ne varias quidem referre volumus physicorum hypotheses, quibus explicatis non simus doctiores.» *Phys. par. sect. 4, c. 2.*

618 Schol. Referente Josepho Polio, præ-  
tens remedium à magnete haberi ad dentium  
dolorem, cujus est acerrimus morsus, sedan-  
dum, aut etiam *hemigranias* depellendas, Pari-  
sis paucis abhinc annis magno plausu fereba-  
tur. Faciem dolentis à capite aut dentibus ad  
foream convertebant; sicque pollentem magna  
vi attractiva magnetem à polo australi parti do-  
lore vexatæ applicabant, quo facto brevi con-  
valescere malè affectum asserebant. A medicis  
se, utrum hæc in veris haberent, interrogasse  
Polius narrat, eosque extra omnem dubitatio-  
nis aleam positum ipsi asservisse. Enimvero  
experientia quotidiana edocemur, medicamen-  
tis etiam Horatianum illud effatum posse ap-  
plicari; multa nascentur, cadentque, quæ nunc  
sunt in honore remedia, si volet usus, apud  
quem est etiam jus et norma medendi. Illud  
certum, apud Italos istiusmodi medicamen in  
usu non esse, quod nonnihil assertum medi-  
corum Parisiensium læbefactat. Hortatur tamen  
laudatus Polius tentamina iterare, ut si fortè  
fortuna vera inveniantur, quæ de virtute me-  
dica magnetum prædicantur, miseræ humani-

DE GLOBO TERRAQUEO ETC. 471  
tati frequenter his doloribus afflictæ præsentia  
ac facili remedio subveniatur.

## CAPUT QUARTUM.

### DE PLANTIS.

#### §. I.

#### *Plantarum descriptio et distributio.*

519 Si recentissimum Antonium Laurentium Jussæum audiamus in opere, anno 1789 Parisiis latine edito, cui titulus: *Genera plantarum secundum ordines naturales disposita*; rejicienda est *vetus triplicis regni distinctio* in minerale, vegetabile, et animale; cui rectius substituitur recentior altera partitio in regnum organicum, et regnum inorganicum, hinc mineralia sola, illinc animantia cum vegetantibus complectens. Inorganicam mineralium naturam constituit compages elementorum in diversa coeuntium mixta, quorum juxta positione minerale corpus exurgit; quibus postea disjunctis, vicissim destruitur. Scientia organorum explorans naturam, in organis formam et contextum et vitæ modum potissimè consecratur. Ens enim organicum et solidis et fluidis constat partibus reciproco se in invicem agentibus motu, quarum solidæ aliæ dantur, *similares*; simplicissimæ, aliæ organicæ ex similibus factæ; fluidæ verò intra solidarum decurrunt vascula, aut in earum cellulis consistunt.

520 « Communis animantium, et vegetantium subsistit apparatus, simplicior tamen in vegetantibus, quæ nervis, et musculis præcipuè defraudata, non sentiunt, nec spontaneum exerunt motum. Animal itaque est corpus organicum vivens, sentiens, et agens: planta verò corpus organicum vitæ capax, motus ac sensationis expers.

521 Partes plantarum simplicissimæ, *fibræ* seu *utriculi* dictæ, in animantibus eædem, variè coalescunt in textum utricularem, in membranas, in vascula succo nutritio, aut succo proprio, aut aere turgida. Ex hisce contextis prodeunt centralis medulla, et lignum eam ambiens, et extimus cortex. Perfectiora insuper et majora ex præcedentium concursu organa componuntur, alia plantæ vitam foventia, ut radix, et caulis, et folium; alia propagandæ speciei necessaria, ut flos, et fructus, omnia simul in organum generale, seu plantam coeuntia.

522 *Radix* humi defixa superius in caulem producitur: axim seu medium, utriusque tenet medulla omninò utricularis, quam strata ambiunt lignea ex longitudinalibus vasorum et fibrarum fasciculis textu utriculari interposito connexis concreta: supersternitur cortex ex fibris, et vasculis, et distinctis utriculorum seriebus ferè parallelis laxè intertextus, et quasi reticularis, in radice madens, ac succosus, in herbaceo caule membranaceus mollis, in arbore siccior, et sæpè rimosus. Succum in tellure paratum, crassioribus exutum particulis, chylo

animali congenerem, radix, venarum lactearum instar, in corpore animali nutritionem incipientium, exsugit avidè, et in caulina defert vasa propellendum altius: copiosum quidem in juniore planta, in vetustiore parcior, ratione auctæ solidorum molis, et imminuti vasorum diametri. Pars succi altera intra corticem, et lignum devecta conerescit hinc in *alburnum* seu lignum exterius, indè in *librum*, seu corticis interius stratum. Altera continuatq vasorum tramite in utriculis glandulisve dimittit particulas nunc melleas, aut gummosas, nunc resinosas, aut acres, et dein ultra decurrens per cutis, et præcipuè foliorum spiracula fluidiores ejicit.

523 *Folia* quippe duplex vasorum supra, et subtus per tenues meatus hiantium constituit series, et utrique gemina insternitur membrana. facile post macerationem divellenda. Pori supra positi humorem nimium intus propulsus, sole etiam eos dilatante exhalant. Pori in averso latentes folio, et sæpè villis stipati matutinum aut vespertinum atmosphæræ rorem hauriunt, qui in interiora compulsus ad radicem usque detruditur, ejusdem nutritioni famulus. Sic à radice ad folia, et à foliis ad radicem perpetuò devehitur succus, animantium æmulans circulationem, et idem tribuens vegetanti munus. Alternum ascensum, et descensum juvant spirales tubi vasis intermixti, tracheis vermium similes, aere turgidi per radices, et foliorum meatus admissi, qui mutua expansione, et densatione succum elaborat, ut



in respiratione animali juvare dicitur. Et hæc quidem vitam vegetabilem perficiunt.

524 Ceterum aliæ sunt partes, quæ plantarum propagationi inserviunt. Dum enim succus affluens diversas vegetantium partes nutritio succo alit, è gemmis erumpentes flores novæ generationi præcludunt, exhibentes organa sexualia proprio involucri, sæpius duplicato, rariùs simplici circumcincta. Exterior involucri *calix* dictum interno stabilius, continuum cuticulæ pedunculi floralis, sæpiùs ipsi concolor atque aded virescens, ceteras floris partes complectitur. *Corolla* in calice interior, libro pedunculi continua, altera est involucri species nonnumquam abortiva, sæpè colorata, non virens, quandoque indivisa, seu continuo ductu perfecta, frequentius foliolis, seu *petalis* distincta, pro flore vulgatius habita, utpotè manifestior, sexualibus immediatè apponitur organis, quæ sunt stamina mascula ambientia, et pistillum fœmineum centrale. Stamina corollæ congenita, ipsi cœva, et interdum annexa, simul ex eodem puncto nata, simulque post fœcundationem decidua, *antheram* seu folliculum gerunt seminali turgentem *polline*, et filamentum sæpè innitentem. Pistilli partes sunt *germen*, seminum rudimentis gravidum uteri instar; *stylus* vaginæ similis, ex summo plerumque germine natus, tubulli capillaris formam referens, interdum nullus: *stigma* stylo insidens, aut eo deficiente germiui impositum, sæpè viscidum et madens. Stamina, aut cum pistillo in eodem flore collocata inveniuntur, aut sepa-

ratis in floribus sedem habent; semper tamen in idem opus concurrunt. Namque ut primum maturuere, elastica vi dissiliunt antheræ, et emissum ex his pollen viscido stigmati agglutinatur, ova seminalia fœcundans. Pollen enim vesiculis constat innumeris, minutissimis ac variè conformatis, quæ dum fluido innataut, huc illuc in illo vagantur, latere dein fissæ materiem emittunt glutinosam, nebulæ instar irrumpentem, nec aquæ miscibilem, quæ vera et sola est aura fœcundans ovum seminale fructum proferens. Stamina post fœcundationem, simul cum corolla, quæ vera est staminum appendix, emarcida decidunt, ut succus in ovum fœcundatum uberius deferatur. Tunc *fructus* seu *pericarpium* distenditur, et quandoque crascescit utriculis copioso succo turgidis. Concepti in ipso fœtus clanculum crescunt. Succus in idoneum teneræ proli pabulum attenuatus ovula ingreditur, et ad debitam molem perducit. Mox fructus arescit, et dehiscens matura plerumque fundit semina *receptaculo* interiori affixa; interdum in ossea crustaceave nuce, aut *arillo* membranaceo, vel coriaceo recondita.

525 *Semen* duplici sæpius membrana propria obvolutum extrinsecus *hilo* notatur, seu umbilico, aut vestigio funiculi, cuius ope adhæsit receptaculo: intus exhibet *corculum*, seu plantæ, compendium ex *plumula* ascendente, radícula descendente, et cotyledone, seu lobo laterali simplici, aut gemino factum, nunc sæpius in semine segrex, nunc instructum *perispermo*, seu corpore distincto, partim aut pe-

nitus ambiente, heterogeneo, qui perispermus fortassè munimento interiore utilis est. Sui compos semen novam inchoat vitam, feraci telluris commissum gremio; laxantur tunc meatus, emollitæ finduntur membranulæ, lobi discedunt, et dum subtus expedita succos imbibit radícula, crescit intus in caulem assurgens plumula, cui sugerunt escam lobi. Vertuntur hi sensim in *folia seminalia*, quæ plantulam adversus irruentia quævis protegent, ipsique lympham tum propria suctione, tum à vegetiore radícula mutuatam parant, et colligunt, ne fatiscat. Sed nova evolvuntur folia, seminalia decidunt, inchoata perspiratione augetur radicis suctio, affluit humor: fibrarum exoriens fasciculus conoideus medullam à cortice separat, ligneumque format stratum, cujus apici insidet gemma fons surculi. Vere novo mucus quidam organicus, non aquæ miscibilis, corticem inter et lignum medius deponitur, fibrarum exordium constituens. Fibræ in cylindrum aut spiram contortæ, vasculorum infinitam componunt seriem: novi quotaunis fasciculi nova strata formantes prioribus imponuntur; extensus invalescit cortex: gemmæ terminales ad latera repelluntur in ramulos producendæ: feliciter absoluto nutritionis opere, amplificata assurgit planta, luxuriantes pulchra fronde emittit ramos; exornatur floribus, et fructum maturat spem novæ prolis. Sed molliora sensim vasa terrei admixtione principii obdurescunt in fibras compactiores, quod aditum succis intercludit; hinc solida prævalent

fluidis, hæc suspensa sistuntur, illa rigescunt: pressa nimis aboletur medulla: pereunt radices et rami præclusis vasorum fasciculis, deciduntque. Mutilati corporis intima penetrat aer; fibrarum nexum dissolvit, terreas molleculas dissociat glutine avulso, quæ solutæ in pulverem extenuantur; indè vegetantium finis.

526 Habes Jussæi verbis, parcè detortis, descriptam plantarum genesim, vitam, interitum. Qui botanicis cognitionibus delectantur, ac singula plantarum organa pliniano stilo descripta cognoscere velit, laudati auctoris introductionem ádeat, in qua post compendiarium hactenus traditam descriptionem, singula retractat, uberiùs explicat, pluraque hic intacta depromit. Juvat tamen Turnefortii, Linnæi, ac ipsius Jussæi methodos in plantis ad classes, genera, ac species reducendis, Jussæi ipsius verbis, resecatis tamen minus necessariis, tradere, ut præcipua botanices systemata, quæ scientia nunc in honore est, brevi complectamur.

527 Qui primus aptiora construxit genera, inquit Jussæus, Turnefortius in horto botanico, Parisiensis professor, ab anno 1683 ad 1708, primus etiam methodum rectè delineatam, antiquis longè præstantiorem, et botanicis acceptiorem exhibuit. Suæ fundamentum distributionis posuit in corolla, seu flore, utpotè manifestiore, apud vulgum præstantiore, et plurimos sufficiente characteres facilè observandos: scilicet existente aut nulla, simplici, aut intra calicem communem multiplici seu composita

monopetala, aut polypetala, regulari, aut irregulari. A veterum tamen institutis nondum omninò deflectens, antiquam proposuit herbarum et arborum distinctionem, non uni severè addictus parti, et dein classes herbaceas septemdecim, quinque arboreas protulit. Prima harum, et illarum partitio datur in petalodes seu corolla instructas, et apetalas, eadem orbatas; secunda petalodum in simplices, et compositas; tertia simplicium in monopetalas, et polypetalas; quarta utrarumque in regulares, et irregulares; quinta ex diversa omnium forma deducitur.

528 At Turnefortius, ignota sexuum actione, stamina respuerat, quorum præsentiam posthac manifestam si novisset prius, ea certè in usum botanicum evocata perfectioni generum et classium fabricæ attribuisset. Utiles in classibus delineandis stamineos characteres animadverterat Burckardus, in ea cogitatione subsidens. Ultrà processit Linnæus, Professor Upsalensis, ab anno 1741 ad 1778, et confirmata organorum sexualium dignitate suum extruxit systema, sexuale dictum, qui characteres sectionum sæpius ex pistillo, classium semper ex staminibus depromit. In his perpendit numerum, et proportionem, et connexionem mutuam, et conjugationem cum pistillo, et quandoque situm: undè vigintiquatuor exurgunt classes, singulæ ratione numeri germinum, aut stylorum multipartitæ.

529 Sic priores undecim classes, numero staminum definito, (ab uno ad duodenarium,

undenario numquam existente) et appellatione græco-latina designantur, dictæ *monandria*, *diandria*, *triandria*, etc. ad *dodecandriam* usque. Ad *icosandriam* subsequentem referuntur stamina plura, sæpè viginti calici inserta: ad *polyandriam* adjunctam eadem verè indefinita, ac numerosa, calici non inserta. Habita dein ratione proportionis staminum, nomine *didynamæ*, et *tetradynamicæ* seorsum adstant in classe decimaquarta, et quinta plantæ *tetrandræ*, et *hexandræ*, quarum stamina duo, aut quatuor, duobus ceteris longiora sunt. Postea perpensa eorum connexione filamentis in unum, aut duo, aut plura corpora, connatis, triplex datur classis, nempe *monadelphia*, *diadelphia*, et *polyadelphia*; ex antheris in cylindrum coalitis unica eruitur *syngenesia* dicta. Ponè subit *gynandria*, cujus stamina cum pistillo conerescent, aut eidem insident. Præterita in vicenis classibus florum hermaphroditorum, seu bisexualium serie, prodeunt unisexuales masculi, aut fœminei, quos nunc eadem planta profert in *monoecia*, nunc distinctæ plantæ gerunt in *dioecia*, nunc interdum quædam promiscuos habent cum hermaphroditis in *polygamia*. Congeruntur demum in *cryptogamia* plantæ, quarum flores, atque adeò stamina præ tenuitate nondum, aut minus innotescunt, obscurata simul sexuum actione. Classium diversæ sectiones plerumque definiuntur germinum, aut styliorum numero, communi horum, et illorum denominatione dictæ *monogynia*, *digynia*, *trigynia*, *polygynia*. Interdum distinguuntur floribus variè polyga-

mis; seminibus nunc *gymnospermis* nudis, nunc *angiospermis*, pericarpio tectis, fructu siliquoso, aut siliculoso; atque ipsomet staminum numero, dum classi designandæ non præfuit.

530 Systematis hujus, ut et præcedentis, aliæ sunt laudandæ partes, aliæ redarguendæ. Præ ceteris uniforme et accuratum et uni principio addictum omnes ex unica parte classicos eruit characteres, ita delineatos, et circumscriptos, ut facili negotio percipiantur, et plantis omnibus ordinatè distribuendis, ac sine præceptore agnoscendis conducant. Sed 1. systema tenuissimis innititur organis, oculo armato, et acu divellente (*cultri acie ab invicem separante*) tunc difficilior observandis. 2. Præterea arbitrium est systematico more, dum multiplicatis classibus omnes earum designationes ex unica parte molitur desumere: tunc solidorum characterum penuria essentialibus promiscuè addit inconstantes, quos etiam utpotè numerosiores frequentius usurpat, prioribus plerumque neglectis. Si methodus facilis, et magis naturæ sequax judicetur perfectior. Turnefortiana ceteris præstat, utpotè naturales affinitates minus subvertens, manifestioribus usa signis, et in decursu expeditior. Linnæani systematis delineatio nonnumquam operosa, designationes interdum difficiles, et frequentior plantarum dissidentium connexio. Sed ipsum magis circumscriptum, certius definitum, signis innixum sedulò exaratis; et ex una parte primaria depromptis, numerosiore superbiens vegetantium agmine, sub iis ordinatim militante, et rariùs

devio, meliore ditatum descriptione, ac nomenclatione, tum numerica, tum specifica, pluribus abundans commodis; ideò prævaluit universo ferè botanicorum consensu. Hæc autem systemata arbitrario constricta, scientiam exhibent fictitiam, non naturalem, et plantis non penitus cognoscendis, sed tantum compendiosè, et certò nominandis addictam: Habenda sunt igitur, quasi præludia botanica, aut repertoria aptè digesta, in quibus pacto ordine disponuntur plantæ, donec feliciùs iterata meditatione in seriem verè naturalem distribuantur.

531 Neminem præterit hinc plantarum ordinationis necessitas, illinc arbitraria ac imperfecta systematum hæcque ordinantium compositio, artificialis, non genuina, veris affinitatibus proferendis nullatenus accommodata, et utilem tantummodò verioris scientiæ prospectum exhibens. Hæc dudum quæsitæ ordinatio est *methodus dicta naturalis*, quæ omnigenas connectit plantas vinculo indiviso, et gradatim à simplici ad compositam, à minima ad maximam continuatâ serie procedit, quasi similis catenæ, cujus anuli totidem species, specierumve fasciculos repræsentant. Ex una parte quemlibet anulum cum duobus tantum vicinioribus coherentem admittens, plantarum circumscribit affinitates: ex altera easdem amplificat et singulas species, aut genericas, classicasve ordinationes pluribus ambientibus æqualiter conterminas exhibet. Nec valet impedimentum ex difficili principiorum naturalium investigatione deductum: ea enim extant plantis arctissimè



inhærentia, et cuique observanti faciliè obvia, quæ duplici possunt explanari ratione.

532 Prima, et communior datur progressio ascendens à cognitis simplicibus ad composita incognita, et ex uniformi, et concisa observationum serie, vera absque gravi negotio eruuntur methodi naturalis principia. Sic noscitur primum species propriis definita signis, jubente primaria naturæ lege, qua «in unam speciem colligenda sunt vegetantia, seu individua omnibus suis partibus simillima, et continuata generationum serie semper conformia.» Quæ autem in unam compellit speciem individua omnino parilia, eandem specierum similium adjunctionem æquo jure lex determinat. Nimirum *consociandæ sunt species majore characterum numero conformes*: ac ideò dimovendæ, quæ pluribus differunt signis. Hæc prior connexionum ratio primam exhibet affinitatum trutinam, qua examinantur species quælibet in eundem fasciculum congregandæ. Genus indè constituitur, specierum similium congeries, cujus tamen nulla traditur definitio certa, nec accurata constructionis præceptio, præcipuè in methodo naturali. Ea siquidem à systematica plurimum abludens, non strictos generibus limites assignat, sed omnes nexu insensibili connectit, species, servata affinitate, quas dein scientiæ concinnandæ causa, cæsuris ferè arbitrariis in distincta compingit genera, pluribus, aut paucioribus ad libitum ditata speciebus, et dicenda verè naturalia, dum affines non segregant, nec universam disturbant seriem.

533. Plurima insuper naturæ minus occultatæ vestigia passim impressa manent, observatorem non eludentia, ceteris persequentis, ac totius progressioni manifestandæ præ primis utilia. Nimirum extant genera quædam apprimè naturalia, nemine refragante, ut rosa, quæ est genus fruticosum, alternifolium, et stipulaceum, calice urceolato, quinquefido, pentapetalum et polyandrum, petalis, et staminibus calicis fauci insertis, polygynum germinibus in eodem calice latentibus, ut singulis stylo laterali, ac stigmate simplici instructis, seminibus totidem calice baccato, corculo seminum recto, perispermio nullo. Singulæ generis species, præcedente designatione conformes, inter se discrepant calice ovato aut globoso, levi aut echinato, ejusdem divisuris modò partim appendiculatis, et partim nudis, modò raris omnino nudis, petalorum formæ, et colore, et magnitudine, seminum figura, et numero, caule elato, aut humili, inermi, aut aculeato, foliis pinnatis, aut rarissimè simplicibus, foliolorum numero, et forma, floribus solitariis, aut subcorymbosis etc.

534. Ex hac characterum enumeratione illud præcipuè observare licet, quod quum characteres habeantur, alii plerumquè mutabiles, alii alternatim stabiles, autarii, alii stabiliiores, diversè idèò ordinandi sunt ratione constantiæ, et in recensione non numerandi, sed ponderandi, ita ut suis cuique constituatur gradus; et unus constans pluribus inconstantibus, compar, aut superior evadat. Quæ ex lege alteri adjuncta,

*consociandæ sunt plantæ majorè characterum numero affines, integra pendet genuinæ plantarum distributionis norma. Qui pluribus æquipollet unus character, is in genere semper est uniformis; qui paucioribus valet, interdum; qui paucissimis, specie definiendæ tantum impenditur; indè foliorum situs inter characteres semistabiles ordinandus, genericæ nonnumquam distributioni prodest, æquo jure cum semistabilibus fructificationis signis.*

535. Consimili modo, ac eadem lege nectenda sunt genera cognata, et in ordines congreganda. Hujus autem consociationis exempla in apertum conjiciuntur, favente natura; nempè ordines certò naturales, et spectatissimi, in systematicorum methodis sæpè indivisi, quales sunt Graminae, Liliaceæ, Labiatae, Compositæ, Umbelliferae, Cruciferae, Leguminosæ. Ut præcipuè specierum characteres constituendis generibus impenduntur; sic non omnia generum signa, sed constantiora tantum designandis ordinibus, priora meritò aptantur. Quo generalior enim extat plantarum ordinatio quælibet, eo paucioribus utitur signis definientibus; ea tamen præficienda, quæ præcipua, ac valentiora pluribus æquipollet infimis vilioribus. Hujusmodi characteres ex his tribus licet æsumare.

536. 1. In singulis hisce ordinibus characteres dantur primarii, semper uniformes, seu essentielles, ex organis essentialibus deprompti, ut insertio staminum, seu horum, et pistilli mutua dispositio, situs corollæ staminiferæ, laborum numerus in corculo, 2. Alii secundarii

sunt subuniformes, seu generales; et, exceptione tantum varii, ex organis non essentialibus, ideoque interdum deficientibus elicit, ut existentia, aut defectus perispermii, et caliciâ, et corollæ non staminiferæ, ejusdem structura corollæ, utpotè monopetalæ, aut polypetalæ, mutus calicis, et pistilli situs, indeles perispermii existentis. 3. Alii tertiarii semiuniformes, modo in ordinibus constantes, modo varii, tum ex organis essentialibus, tum ex aliis deducuntur; nempe ex calice mono, aut polyphylo, germine simplici, aut multiplici; staminum numero, et proportionē, et connexionē; fructus dehiscentia, et loculorum numero, foliorum, et florum situ, caule arboreo, aut herbaceo, aliisque, aut similibus; aut levioribus notis, quæ seorsum generibus distinguendis aptæ, simul definiendis ordinibus impendantur.

537. Admissa trifaria characterum genericorum partitione, dispar ex iis deducitur generum affinitas, scilicet, nulla ex solis semiuniformibus minoris notæ; mediocri ex iisdem constantioribus, aliqua ex subuniformibus, major ex uniformibus. Aliundè etiam in instituendis ordinibus verè naturalibus diversa cujuslibet partitionis est habenda ratio: genera enim in iis coordinata consentiunt, necessario characteribus primariis, generaliter, secundariis, plurimum tertiariis constantioribus, interdum iisdem instabilioribus. Sic in Cruciferae ordine primarii uniformes sunt stamina hypogyna et corculum bilobum. Secundarii, sunt perispermii defectus, calix existens, et germine inferus, co-

rolla hypogyna, et polipetala, corculi radícula descendens, semina inserta duplici receptaculo laterali opposito. Tertiarii habentur calix tetraphyllus deciduus, petala quatuor calici alterna, stamina sex tetradynama, germen simplex, fructus siliquosus, bilocularis, bivalvis, folia alterna, flores non axillares. Tali characterum distributione facilis eruitur Cruciferarum designatio; quæ methodus ad ceteros ordines designandos est transferenda.

538. Ut naturali nexu species in genera coeunt, et genera in ordines compelluntur, sic continuata serie cognati ordines in eandem concurrunt classem. Natura enim ab edicta sua non deflectens lege, diversos plantarum fasciculos in majores semper colligit fascies, quos dein iterata sensim amplificatos connexionem, omnes uno demum complexu coercet. Quod iterum inverso ordine revolvere expedit, non procedendo à simplicibus ad composita, sed à compositis ad simpliciora; quod ut præstemus: 1. Characteres in ordinibus plurimum, aut nonnumquam instabiles iis primario definiendis nullatenus inserviant, quia signum in ordinatione partiali varium, in generaliori profectò non valet. Indè ablegantur partes, in generibus coordinatis, interdum, sæpiusve non conformes, ut radix, caulis, et folia. 2. Primarii igitur characteres in partibus fructificationis, et præprimis in essentialibus delitescent: indè minus curantur calix, et corolla, quia utrumque illud integumentum minus necessarium. 3. Exclusis calice, et corolla, jurè prodeunt organa sexua-

lia speciei propagandæ necessaria, et ipsi tunc essentialia. Hæc vera perfecti floris organa conspirant in generationem seminis, seu futuræ plantulæ. 4. Quo expleto munere, decidunt stamina cum stylis, ad id tantum utilia, ut seminis fœcundationem operentur, aut promoveant. Indè semen, aut rectius corculum, pars est in vegetante præcipua, ac generalior; quoniam entium vegetantium progeneratio summum est naturæ propositum, ex quo deducendæ sunt vegetantium divisiones.

539 Triplex è numero partium corculi (quod est cor, seu pars seminis (525) interior, in qua plantula delineata continetur), et ejusdem germinationis modo, eruitur partitio generalis, nempe *Acotyledonum*, *Monocotyledonum*, et *Dicotyledonum*, jam à nonnullis auctoribus celebrata. Indè ordines corculo similes, verè conveniunt plurimis signis in unum collectis, undè universalis plantarum divisio in modò dictas sectiones recta, ac inconcussa subsistit. Nam germen aut solum evolvitur sine lobis seminalibus, qui *cotyledones* dicti sunt, aut unico lobo instruitur, aut demum duobus lobis protegitur; indeque generalis illa emanat plantarum divisio in *Acotyledones*, *Monocotyledones*, ac *Dicotyledones*.

540 Exhausto seminis penu, è partibus post ipsum præcipuis, ac essentialibus jurè deducuntur primæ classium inferiorum characteres; ex organis nempe sexualibus, quæ ejusdem procreationi conspirantia necessariò præexistunt. Neglectis tamen inconstantibus horum chara-

cteribus, triplex est mutuus staminis, et pistilli situs; alterum enim alteri subjacet, aut ipsi juxta ponitur: indè triplex præcipua staminum insertio; *epygina* supra pistillum, *hypogyna* sub eodem, *perigyna* parti pistillum ambiendi, seu calici. Harum unaquæque ab aliis distinctissima, numquam iis permiscetur in eodem ordine.

541 Aliis subdita legibus quarta prodit insertio, nempe *epipetala*; inter dum tribus prædictis insertionibus præcipuis seorsum consociatur in eodem ordine, in eodem genere, et etiam in eodem flore. Quum autem maxima sit corollæ cum staminibus affinitas, hæc dum ipsis non adhæret, minoris est momenti, dum contra, cum iisdem infra coalescit, tum quasi staminifera, ac subinde necessario existens, conversa in characterem essentialem cum tribus præmissis insertionibus seorsum convenit. Inde *stamina corollæ annexa habentur, quasi inserta parti tunc corolliferæ*: inde etiam triplex ipsiusmet corollæ staminiferæ diversissima extat insertio, nempe *hypogyna, epigyna, et perigyna*, in eodem ordine numquam promiscua.

542 Duplex igitur corollæ beneficio generalis habetur modus insertionum notandus sedulo, alter *immediatus*, dum stamina memorato triplici puncto immediatè affiguntur; alter *mediatus*, dum eidem adhærent, mediante corolla, quæ tunc ipsa est staminifera. Tres ideo præcipuæ sunt insertiones ab invicem omnino discrepantes, et in ordinibus numquam conjunctæ, quæ singulæ in duplicem dividuntur.

543 Perspecta staminum insertione, et statutis ejusdem legibus, facilis eruitur prima classium distributio. Acotyledones sexibus vix conspicuis, et obscurato staminum situ, indivisæ perstant. Tripartito scinduntur Monocotyledones ratione insertionis epigynæ, hypogynæ, et peryginæ, non obstante corollæ in iis semper deficiente. Similis ex triplici insertione deducitur trifaria Dicotyledonum partitio, unaquæque complectens tum stamina uni floris puncto inserta, tum corollas staminiferas eidem puncto infixas. Inde septem prodeunt secundariæ classes, uniformibus organorum essentialium signis definitæ. Classium autem multiplicationi obstat characterum essentialium penuria. Corolla tamen staminibus affinis auxiliatrices potest notas addere, quibus novæ classes, aut classium præmissarum divisiones designentur. Huc propterea sunt revocandæ, primum duæ staminum insertiones supradictæ, altera *inmediata*, altera *mediata*, quas non commiscere, ut in septenaria distributione, sed ab invicem sedulo distinguere expedit. Raris enim exemplis in eodem sociantur ordine, aut in eodem flore; et insuper mutata insertione, plerumque mutatur corollæ structura. Hinc facile iteranda sequens assertio: *corolla staminifera est simul sæpius monopetala*. Utriusque tanta est characteris cognatio, ut propemodum unus alterum prænunciet: insertionem igitur mediatam generatim designat corolla monopetala.

544 Essentialis in hac insertionem habetur corolla, sed in insertionem immediatam dantur or-



dines alii apetales, alii petalodes. Rarò corollatis intermiscentur ordinibus plantarum apetalarum, nec vulgò dantur ordines partim petalodes, partim corolla destituti. Non obstant idcirco classium rarissimarum exceptiones, quominus, classium multiplicandarum causa, corollati ordines ab apetalis secernantur, non neglecta staminum insertione, quæ tunc est aut absolutè, aut simpliciter immediata. Corollæ enim, seu fulcri intermediarii defectus in apetalis absolutè determinat insertionem certò immediatam. In petalodibus autem fit simpliciter immediata, in mediatam aliquando mutabilis. Plantarum natura apetales, petalodes non evadunt; petalodes contra exuunt quandoque corollam. Inde in insertione absolutè immediata nulla unquam datur corolla, in simpliciter immediata fortuito deficere potest, sed sæpius existit, et tunc ex observatis plerumque est polypetala. Ergo generatim quasi characteres analogi, et alii aliorum prænuncii, habentur corolla monopetala, et insertio mediata, corolla nulla, et insertio absolutè immediata: ergo harumce insertionum signo interiori, rudique appellationi commodè, ac tutò subrogari potest manifestior character nomenque acceptius plantarum monopetalarum, polypetalarum, et apetalarum. Inde faciliè delineatur methodus, ordines naturales servans integros; præcipuos corollæ characteres Turnefortianos exhibens, et præterea solido staminearum insertionum signo innixa, cujus indicem hic subjungimus.

*Index methodi ordines naturales complectentis.*

Acotyledones		Classis	I.
Monocotyledones		Stamina hypogyna	II.
		perigyna	III.
		epigyna	IV.
	Apetalæ	Stamina epigyna	V.
		perigyna	VI.
		hypogyna	VII.
Dicotyledones	Monopetalæ	Corolla hypogyna	VIII.
		perigyna	IX.
		epigyna	X.
		antheris connatis	X.
		antheris distinctis	XI.
	Polypetales	Stamina epigyna	XII.
		hypogyna	XIII.
		perigyna	XIV.
	Irregulares		XV.

*Series-ordinum naturalium.*

## Classis I.

- 1 Fungi.
- 2 Algæ.
- 3 Hepaticæ.
- 4 Musci.
- 5 Filices.
- 6 Najades.

## Classis II.

- 7 Aroidæ.
- 8 Typhæ.
- 9 Cyperoidæ.
- 10 Gramineæ.

## Classis III.

- 11 Palmæ.
- 12 Asparagi.
- 13 Junci.
- 14 Lilia.
- 15 Bromeliæ.
- 16 Asphodeli.
- 17 Narcissi.
- 18 Irides.

## Classis IV.

- 19 Musæ.

20 Cannæ.

21 Orchides.

22 Hydrocharides.

## Classis V.

23 Aristolochiæ.

## Classis VI.

24 Elagniæ.

25 Thymeleæ.

26 Proteæ.

27 Lauri.

28 Polygoneæ.

29 Atriplices.

## Classis VII.

30 Amaranthi.

31 Plantagines.

32 Nictagines.

33 Plumbagines.

## Classis VIII.

34 Lysimachia.

35 Pediculares.

36 Acanthi.

37 Jasmineæ.

38 Vitices, 60 Umbelliferæ.

39 Labiatæ.

40 Scrophulariæ.

Classis XIII.

41 Solanææ.

42 Borraginææ.

61 Ranunculaceæ.

43 Convolvuli.

62 Papaveraceæ.

44 Polemonia.

63 Cruciferæ.

45 Bignoniæ.

64 Caparides.

46 Gentianæ.

65 Sapindi.

47 Apocineæ.

66 Acera.

48 Sapotæ.

67 Malpighiæ.

68 Hyperica.

Classis IX.

69 Guttiferæ.

70 Aurantia.

49 Guajacanæ.

71 Meliæ.

50 Rhododendra.

72 Vites.

51 Ericæ.

73 Gerania.

52 Campanulaceæ.

74 Malvaceæ.

75 Magnolia.

Classis X.

76 Anonæ.

77 Menispermia.

53 Cichoraceæ.

78 Berberides.

54 Cynorocephalæ.

79 Tuliaceæ.

55 Corymbiferæ.

80 Cisti.

81 Rutaceæ.

Classis XI.

82 Caryophileæ.

56 Dipsaceæ.

Classis XIV.

57 Rubiaceæ.

83 Sempervivæ.

58 Caprifolia.

84 Saxifragæ.

Classis XII.

85 Cacti.

59 Araliæ.

86 Portulaceæ.

87 Focoidæ.

88 Onagræ.

89 Myrti.

90 Melastome.

91 Salicariæ.

92 Rosacæ.

93 Leguminosæ.

94 Terebinthacæ.

95 Ramni.

Classis XV.

96 Euphorbiæ.

97 Cucurbitacæ.

98 Urticæ.

99 Amentacæ.

100 Coniferæ.

## §. II.

*Physica natura plantarum.*

545 Fuerunt, qui plures ex plantis è putredine oriri existimarent, fermentatione particulas materiæ ita disponente, ut organa plantarum propria è fortuito concursu elementorum, partes similes copulante, aptè formarentur, per quæ deinde succis adrepentibus nutritio, ac vegetatio perficeretur vitæ plantarum necessaria. Peripateticorum id placitum fuit, quod ad insecta etiam extendebant, putredinem miram opificem confingentes operum, quæ nullus peritissimus artifex vel rudissimè imitabitur. Buffonium miror, qui fortuitas has productiones, præproprio judicio à physicis proscriptas, asseverat: quam tamen sententiam nimis propere ipsum tullisse, fortasse quis pronuntiabit. Et quidem si effectuum naturalium ejusdem generis eadem sunt causæ (Phys. gen. 10), cur in generatione recondita aliquarum stirpium, et insectorum, ut ex præexistente semine, aut ovo

nascantur, hæc lex obtinere non debeat, satis non video. Quare sit

446 Prop. « Plantæ omnes ex proprio semine nascuntur, quin ulla sit admittenda generatio æquivoca in natura rerum, quæ Physicam omnem perverteret. Prob. Vulgatissima est plantarum divisio in *Arbores*, *Arbusta*, seu frutices, *Subarbusta*, et *Herbas*. Arbores radice, trunco, ramis sursum protensis, constant. Arbusta trunco carent, emittunt tamen è radice copiosam ramorum progeniem, ut arbores è trunco solent. Subar bustum in eo tantum ab herba differt, quod hæc ultra annum vitam non producat; subarbusta longè majorem annorum seriem in vivis numerant. Jam constanti experientia edocemur, omnes plantas in vulgari hac divisione genericè contentas semina continere ex quibus earundem progenies continenter perennatur. Quare igitur natura sibi discordis à præfixa regula dissideat, æquivoca productione ductum suum deserens, fortuitum operandi modum consecutura? Quid quod plures temporis decursu detectæ sunt plantæ, quæ à putredine generari credebantur, in quibus semina reperta sunt speciem propagantia? In exemplum sint, tum muscorum innumeræ familiæ, quæ velut excretiones naturæ habebantur, eorum tamen semina introspectit diligens observator Linnæus; tum fungorum, quorum non solum detexit semen Duhamelius, verum jam nunc, ut ceteræ plantæ hortenses seminatione propagantur: algas Cestonus, filices Borbatus, fucos Reamurius, tubera Geoffroyus,

seminibus species suas propagare compererunt, et quotidie à diligenti indagatione hujusmodi inventa multiplicantur, quæ vilipensum naturæ honorem ab æquivocis productionibus vindicant. Denique si fortuita mollecularum concursio, et attractio plantulas has degeneres educare potest, cur majores non potest? Sanè organa subtilioribus fibris coalescentia, vascula, trachex, succus tenuior, etc. ægrius concipiuntur formari, quam grandiores illæ partes arborum, quarum artificium, nescio quid, modo nostro concipiendi, repræsentat, crassiore minerva factum, ac rude magis.

547 Schol. Quæ hactenus disseruimus, nullo negotio ad insecta, vermes etc. transferuntur, ne eadem capite sequenti repetamus. Et insecta quidem, tenuissimis membris instructa majus quiddam, atque elegantius in artificio ostentant, quam grandiores illæ moles, quarum compages à natura constanti seminum in ovis, aut patentibus, aut in utero materno inclusis, artificio elaborantur. Enimvero si est *in juvenis, est in equis patrum virtus, nec imbellem progenerant aquilæ columbam*, cur fortuita mollecularum concursio insecta, aut etiam quadrupedes, ut de muribus nonnullis placuit asserere, conformet, satis comprehendere non valeo. Qui animalcula infusionum quæ *microscopica* quidam appellant, ritè perpenderit, atque eorumdem exilissimas partes, cor, pulmones, venas, arterias, oculos, fibrasque hæc membra componentes, ac humores per ipsa circumlatos, mirari satis non poterit supremi horum in mi-

nimo portentorum Conditoris artificium, et potentiam, quæ non minus in illis, quam in creatione solis; planetarum ac siderum magnificentissimè splendet. Et dubitamus adhuc eo, quo cetera viventia à natura educantur, modo ipsa propagari? Mihi quidem facilius persuadebitur, ex putredine equum, taurum, aut leonem prodire, quam exilissima illa animalcula ab ipsa originem ducere.

548 At inquires 1. Videmus passim hujusmodi plantulas; idem dictum esto de insectis, ubique generari, quin ulla jacta fuerint semina, aut unde appulisse conjectemus. In ædibus, altissimis etiam turribus, atque alibi passim, plantas nasci adspectamus, quarum semina, nèque quo modo ibi subsistere queant, mens humana comprehendit. Id etiam in animalculis infusionum, atque aliis insectis argumentum instauratur. R. Si omnia oculorum testimonio definienda forent, quæ obscuritate sunt involuta naturæ, pauca pro certis usurparem; quoniam pleraque in physicis inductione magis, quam sensuum testimonio deducimus. Corpora in planetis collocata in centrum gravitare non vidimus; animalcula plurima ante microscopii inventionem penitus occultabantur, etc. dicesne aut illa ante hujus instrumenti inventionem non existisse, aut in planetis corpora centrum non affectare? Hujusmodi semina exilissima acies oculorum effugiunt, pluribusque modis à natura præparatis ultrò, citròque feruntur, ut convenientem nacta situm, suum genus propagent. Neque argumentum satis validum est, nos



comprehendere haud posse, quomodo semina, aut ovula illuc deferantur, aut delata consistent, ut æquivocas esse productiones nulla cunctatione affirmemus. Hoc enim esset naturæ opificium intra sphæram nostræ mentis concludere, quæ quam exigua sit, atque intra arctissimos limites circumscripta, nisi nobis illudere velimus, fateamur, oportet.

549 Quod si opponas 2, mucorem ubique nasci, præsertim humido cælo, etiam in his reconditissimis loculamentis, ubi accessus aeri, ac seminibus nullus patet; R. mucorem vulgò inter plantas non accenseri, sed concretionem quamdam in superficie corporum formatam asseri, ut crustæ illæ sunt ex salibus, oleis, etc. in epidermide animantium ab excretionem humorum è poris prodeuntium formatæ. Spalanzanus tamen affirmat se in mucore omnia veræ plantæ insignia rimatum esse, atque omnes ætatis mutationes ad maturitatem usque, quæ in veris plantis notantur, observasse; ita ut antheras, ac pulvisculum seminalem in ipsis contentum etiam introspectasse asseveret. Ex quo id pariter deducitur, hujusmodi semina tantæ exilitatis esse, quæ per tenuissimas rimulas aditum inveniant, ibique consistent, ubi convenientem humiditatem fermentationi excitandæ nactæ explicentur; ac suum genus, quod in varias paritur species, ab Spalanzano notatas, incommoda sanè fœcunditate promoveant.

550 Gravius adhuc negotium facessit oppositio à metamorphosi seminum in alias plantarum species; quæ citius nova disquisitio circa

plantarum naturam dici posset. Summa rei est, plura semina terræ commissa quandoque plantas, et fructus alterius speciei progignere; ut vulgatum est in America, semina pomorum, ad regiones calidiores delata, arborem et fructum *Guaiaabæ* generare: petroselinum in apium, symbrium in mentham, ocymum in serpillum, triticum in regionibus borealibus in siliginem etc. rustici affirmant abire. Verum hujusmodi transformationes si probè expendantur, aliud nihil præferunt, quam variationem quamdam accidere solitam à succi nutritii, aeris, cœli, terre etc. diversitate provenientem. In animantium regno id evenire frequentissimè satis novit, qui ad variationes in equis, canibus, ac ferè omnibus quadrupedibus, imò in specie ipsa humana, animum adverterit. Sanè Vallisnerius, ac Malpighius, pluribus institutis tentaminibus, vulgatam hanc plantarum metamorphosim inter Ovidianas relegare jubent. A *polline* etiam alterius in alteram plantam avolante, atque in pistillo floris foeminæ recepto, *ibridas* plantas generari posse, ex animalium ibridarum generatione satis novimus. Quare ejusmodi transformationes aliud nihil in natura stirpium præferunt, quam quod, nullo mirante, in ceteris animantibus passim occurrit.

551 Rursus à degenerate propagatione plantarum nullum contra præjectam assertionem dubium moveri potest, quod in animantibus similes explicatus non habeat. Certum quidem est, ramusculi in terram, aut in alterum ramum insitione, inoculatione, seu gemmæ in

gemma alterius speciei insertione; inversis etiam ramis, ac in terram infossis, radicibus sursum erectis, plantarum sobolem promoveri. Quid tum? similes insertiones in polypis fieri, integra vita manente, ac postea sobolem propagantibus, auctor est Bonnetus: imò plures ex polypis per sui divisionem longitudinalem, ita ut qui unus fuerat, in duos discerpatur, sobolescere, idem auctor affirmat. Reaumurius item lumbricos, membratim disectos, in totidem suæ speciei individua abire comperit. Ac ferè nullum esse in plantis phænomenon, quod in polypis observatum non fuerit, ab Spalanzano, et Bonneto didicimus.

552 Demum à formatione seminis intra plantæ corpus argumentum etiam sumunt, ut à naturali fermentatione elementis naturali affinitate attractis, ac simul conjugatis, seu, uti dici consuevit, *combinatis*, semen à putredine fermentescente compingatur, ex quo plantula deinde consurgat. Aut enim in primo semine omnia futuræ in posterum prolis semina continebantur inclusa, quod *systema involutorum* seu *inclusionis* dicunt; aut in machina vegetante formantur. Primum quidem litem penitus dirimeret, incurrit tamen in maximas difficultates, quibus mens humana succumbit; quandoque etiam auget, partium amore in transversum acta, ut in calculo Buffonii, qui in *inclusionis* systemate hominem ad ovum sextæ generationis majorem rationem habere, quam habeat sphaera universi cum minima atomo comparata, notare licet. Hartzoekerus etiam calculum

profert, Vernejo Lusitano teste, qui omnem fidem penè superat. Deducit enim, molem primi seminis ad exilitatem alterius, post sex mille annos evolvendi, majorem habere proportionem, quam illa sit unitatis cum triginta cyphris adjunctis ad solam unitatem; quod penè omnem vim imaginationis exhaurit. Quod si in corpore vegetabili, aut etiam animali, de quo idem instauratur dubium, tractu temporis semen evolvendum conformatur, cur fermentescens materia idem pariter architectari nequeat, satis non apparet.

553 En aliud ex inextricabilibus naturæ arcanis, quod humanum ingenium et arduitate opprimit, et perspicuitate deprimit: quum nihil ferè magis obvium sit, quam specierum tum vegetabilium, quum etiam animantium propagatio; nihil obscurum magis atque ejusdem generationis modus. Arduum quidem est concipere, jam in primorum parentum ovario totum genus humanum *complicatum*, ut epistolæ alteræ in alteris convolvuntur, aut vasa crystallina minora intra majora includuntur. A divisibilitate materiæ infinita auxilium petunt *involutorum* systematis propugnatores, ut maximam contra ipsum militantem difficultatem emolliant: quam quidem à tenuitate nostræ imaginationis plurimum augeri pronunciant. Verum si ad exilissimas partes, inquirunt, in quas materia distrahitur (Phys. gen. 53, et seq.) animum convertamus; minus hac organicarum mollecularum mutua inclusione phantasia nostra deterrebitur. Sanè ex observationibus mi-

croscopicis animalcula adeò exigua inveniri compertum est, quorum moles decies centies millies multiplicata vix arenæ granulum exæquet (Phys. gen. 55).

554 Hæc quidem bellè se habent. Sunt tamen alia in hac sententia explicatu difficilia, tum in plantis, quum etiam in animalibus, maxime post Tremblèi, Bonneti, Spalanzani etc. de *polypis* investigationes. Omnibus obvia sunt in vitibus, cariophyllis, aliisque vegetantibus exempla propagationis per surculos. Unde igitur semina continebantur in surculo, quæ tot futurarum stirpium rudimenta continerent? Polyporum quædam portenta narrantur, quæ nisi publica auctoritate firmarentur, inter aniles fabulas non immeritò releganda, pronunciaré quis posset. Pauca hic delibare sufficiat. Si corpus polypi, quod sacculum oblongum refert, quandoque etiam chirothecas imitatur, pro diversitate ferè incredibilem specierum hujusmodi insectorum aquatiliùm; si corpus, inquam, polypi invertas, ut saccum, aut chirothecam, eodem modo vivit, vegetat, ac procreat, ac si naturali situ remansisset. Quæ quidem procreatio, perinde ac illa plantarum, à surculis se propagantium, notatur: partes enim sacculi, aut chirothecæ spontè evelluntur, abeunt, alibique novam familiam eodem modo propagant. Avulsis tamen novæ propagines substituuntur; perinde ac surculos revulsos novi reparant in plantis. Mirandum tamen magis est, intercisione familiam augeri, nedum extingui: nam si sacculum in longitudinem cul-

tro ad medium usque diviseris; quo in plures ramos incisione separaveris, eo numerosiora capita hæc aquatilis hydria protulerit. Imò quot in partes membratim secando diviseris, tot polypos de integro generasse comperies.

555 Hinc alii *disseminationis* systema invenerunt, in quo præfatæ difficultates, si minus explanantur, emolliuntur quodammodò. Infinitam enim vim ovulorum per atmosphæram commiscuntur dispersam, et quidem à mundi exordio: ex quo fit ut ab esculentis delata, in organa corporis à nutritione insinuantur, ubi pro cujusque individui partis, aut membri naturæ speciei ovulum nacta, debito modo fovetur, explicatur, augescit. Quare ovula hujusmodi in surculi organa per nutritionem delata, in gemmas, ramos, flores erumpunt, perinde ac si germen terræ commissum hæc omnia protulisset. Quod pariter ad polypos, aliaque insecta, quorum membra recisa iterum, bis, tertio, undecies etiam reproducta fuisse, asserit Bonnetus.

556 Non multum ab prædicto *disseminationis* systemate mollecularum organicarum Buffonii inventum abludere videtur, quo et generationes æquivocas, et naturales explicare conatur; quod quidem meo judicio Anaxagoræ partibus similaribus accenseri etiam posset; nisi philosophicis luminibus, ut magna erat Buffonii mens, ita inventum exornasset, quod planè aliud ab illo Anaxagoræ esse videatur. Molleculæ itaque Buffoni sunt corpuscula quædam organis exilissimis instructa, quæ in cibo, et

potu, inspiratione etiam in penetrales corporis recessus per omnia sese insinuant, ac veluti per typos permeare compulsa, illorum formam recipiunt. Molleculæ vegetantis nutritioni superfluae eo deferuntur, ubi semina futuræ proli inservientia formanda sunt, ex quorum conjunctione corpus illud mutua attractione compingitur, quod *embryo* dici consuevit. Nam molleculæ prius per typos corporis intromissæ formas omnes acceperunt, quæ ad formandum embryonem necessariæ sunt: atque aded in communi receptaculo adunatæ, suoapte ingenio invicem adhærent, membraque respondentia coalescunt, ex quibus corpusculum integrum inde perficitur.

557. Porro materia hæc organica non semper typos nanciscitur, à quibus in formam animale, aut vegetabilem conformetur: quare à fortuita conjunctione cum alijs corpuscula quædam compingit se moventia, quæ animalcula sunt infusionum, aliaque in sanguine, ac humoribus animalium observata. Atque inde est, quod Buffonius meliorem sensu, quam Peripatetici, generationes æquivocas asseruerit: à mollecularum scilicet organicarum copulatione provenientes, quæ sunt tantum corpora se moventia, quæ non conformata intra typos corporum *organizatorum*, in diversas abeunt species prorsus æquivocas, atque à reliquis hactenus cognitis dissidentes. Commodissimè etiam in hac sententia exponuntur membra cancerum sæpius reproducia, *polyporum* metamorphoses, monstrorum duplicata membra, alia-

que in regno animali, ac vegetabili observata portenta, quæ physicorum ingenia cruciant, quin exitum invenire possint.

558 Plura tamen sunt, quæ in hac sententia negotium facessunt, ac faciliè quisque percipiet, si cum iis, quæ de materiæ inertia à physicis statuuntur, notionibus probè contulerit. A quo enim principio hæ molleculæ organicæ motum derivant? à materia? hæc prorsus iners quum sit, motum ex intimis principiis habere non potest. Ab attractione? non puto quid tale sustineri posse etiam ab hujus systematis assertoribus: motus quippè mollecularum generales attractionis leges planissimè pessundant. «Spiritusne intus alit, totamque infusa per artus mens agit molem?» Sunt igitur viuentia quod Buffonius non videtur admittere. Enimverò admittere debebat, si quæ de animalculis infusionum accepimus comperta, inter fabulas non relegantur. Nam et obstacula declinare, se invicem appetere, ac devorare, sui similes progignere, ac demum interire, observatum fuisse legimus. Atque in parvis quidem anguillis, quæ in aceto etiam oculo nudo observantur, quæque inter infusionum animalcula jure optimo queunt recenseri; hæc omnia nullo negotio quilibet notare potest, si patienter, quæ ab ipsis geruntur in parvo illo mari, observare non gravetur. Et comperisse refert Bonnetus tum in animalculis infusionum, quum etiam in anguillis in aceto natantibus, ea omnia ibi geri, quæ in mari magno à piscibus præstari scimus, variaque ipsorum figuras in corpus-



culi conformatione imitari naturam; quæ veluti in parvo luderet, innumeras aquatiliū species veluti in oceano comprehendit.

559 Ad typos alio modo explicatos confugit Monteiro, organicis molleculis refutatis; *modulos* ipse vocat, atque in hunc sensum mentem suam exponit. Humanum ingenium in id cogitando devenit, ut modulos et formas arte construeret, qui essent infinitorum operum typo planè similium exemplar, ut artifices satis intelligunt. Quid ergo de infinitæ intelligentiæ Artifice cogitandum? Non possunt à Deo animantia et vegetantia corpora eo ingenio fieri, ut alia aliorum similium corporum formæ, et moduli existant? Ut fluida materia per mirabilia organicorum corporum vasa præterfluens, sui moduli formam inducat, et corpus organicum evadat naturali typo planè simile? De re mechanica, et materiali ab auctoris ingenio unice pendente agitur: quare si de possibilitate tantum agatur, res est planè confecta. In hac rerum hypothesi vera sunt sequentia totidem rei suadendæ argumenta. Illæ in primis evitantur sententiæ, à quibus mens humana spontè avertitur; humana scilicet corpora nostrarum animarum opus esse; vi plasticæ materiæ, attractioni, atomorum ingenio tribui, aut tandem alia in aliis fuisse omnia involuta. Et hoc alterum. Tertiò Deus unus est, et statuitur unica totius rei causa, quin vel semper agat, vel omnia à principio formans alia aliis involverit. Maternis vegetantium, aut animantium corporibus purum instrumenti munus, et virtus

quoad rem præsentem relicta est.

56o Huic argumento ex possibilitate desumpto, aliud majoris forsitan momenti accedit. Id verò est triplex illa similitudinis species in vegetantium, et animantium regno constans. Ab arbore v. gr. arbor tantum germinat et generatur. Datæ speciei planta aliam tantummodò ejusdem speciei modulo perfectè similem producit. In humana tandem, ut in ceteris animantibus, filii patrem, aut matrem, aut utrumque figura, colore, forma referunt. Triplex hæc similitudo generis, speciei, accidentium, problemata enimverò et quæstiones explicatu et intellectu maximè difficiles in hac una modulorum ratione solvi posse videntur. Nam si vegetantia, et animantia corpora naturales moduli generandorum corporum existunt; facile intelligo, et puræ sunt positi principii consequentiæ. Rem in typis humana arte formatis passim videmus, in quibus fusum opus typo dissimile evadere non potest.

56i Tandem in hac modulorum sententia verum est, à qualibet planta plantam sui generis produci, vim iis inesse, similia sibi vegetantia generandi; sementem in iis contineri sui plantarum generis, neque tantum continere, sed ipsas præterea esse sui generis semina: quæ quidem Moysis locutiones sunt, primam nobis rerum constitutionem tradentis. Quo tamen pacto moduli hicce sunt ordinati? Omnesne, aut aliquæ tantum corporis partes eo funguntur munere? quænam verò illæ? Has, et alias hujusmodi quæstiones, quæ ab omnibus solvi de-

bent , tunc solum erimus solvendo pares, quum intimam et penitissimam organorum anatomiam, et structuram detegemus. Quidquid in contrarium opponi potest, ad id reducitur, quod penitiorem modulorum structuram ignoramus, malum mortalibus omnibus commune.

562 Habes præcipuas de generatione vegetabilium atque animantium sententias, quas satius duximus ad plantas referre, quam in animalium generatione explanare. Rebus tamen perpensis, atque omnibus, quæ pro illis stabilendis afferuntur, ponderatis momentis, id unum deducere licet; generationis modum unum esse ex innumeris naturæ arcanis, quæ humani ingenii superant aciem. Abstinendum quidem est à temerè confingendis hypothesis, quæ aut nihil explicant, mysteriumque mysterio penitiore involvunt; aut aliis verbis id exponunt, cujus demum explicatio maximè desideratur. Utique laudanda sunt humanæ mentis conamina, ut si fieri possit, reluctantis naturæ aliqua rimemur arcana: incerta tamen pro certis intrudere, id demum est, et sibi, atque aliis illudere: ut meritò cum Terentiano illo Davo seriò conqueri possimus: «Adeone videmur vobis esse idonei, in quibus sic illudatis?»

## CAPUT ULTIMUM.

*De Animantibus physicè consideratis.*

**Q**uæ de animantium consideratione metaphysica dicenda occurrebant, Dissert. 3. Metaphys. tradidimus: superest tantum ea explanare, quæ ad physicam constitutionem corporis animalis, seu ejus species, structuram, æconomiam pertinent, ut philosophicæ tractationi finem tandem aliquando imponamus.

## §. I.

*Animantium diversæ classes.*

563 Quid sit *animal*, omnibus notissimum est, quin opus sit definitione rem notam facere, quæ solo nomine audito, ab omnibus satis intelligitur. Et quidem à sensatione animalia à lapidibus et plantis discernere, adeò cuique obvium est, ut nihil magis. Generalior animantium partitio in *rationalia*, et *rationis expertia* vulgatissima est. Porro in prima homines tantum, in altera classe ceterorum sensibilibum genera omnia comprehenduntur: quadrupedia nimirum, volatilia, amphibia, pisces, insecta, et vermes, in quibus genus omne animantium concludit Linnæus. Quadrupedes pedibus gradiuntur; volatilia gressui alas addunt, quibus per aera feruntur; amphibia aquas, ac superfi-

ciem telluris, velut solum nativum, æquè incolunt, utroque aeris, et aquæ elemento vitam ipsorum promovente, in quo à piscibus differunt, et terrestribus; quæ uno tantum elemento gaudent ad vitam producendam, hæc aere, alteri aqua submersi. Insecta sunt animalcula diversis incisuris, aut loculamentis in corpore notata, ut apes, muscæ etc. atque ex eo præcipuè à vermibus discriminantur, qui continuo ductu corpus distendunt. Vulgò tamen insecta, et vermes promiscua habentur. Ad vermium classes accensentur *zoophita*, seu plantæ animales, ut sunt *polypi*, qui uni loco ferè semper affixi, plantarum immobilitatem imitari videntur. Ad *zoophita testacea* relegant plures: quæ quidem sunt animalia corpus testa quasi lapidea includentia, in quo à *crustaceis*, seu rectius *crustosis*, differunt, quæ corpus crusta cornea, aut membranacea protegunt, ut testudines.

564 Schol. Magna dissensio antehac de coralliis vigebat, quæ inter plantas post Marsilium plerique recensebant; postea tamen, accuratioribus institutis tentaminibus, in zoophitis numerantur. Sunt enim corallia, observante Elisio, ac Donato, vermium casulæ invicem superimpositæ, quæ in ramos discedunt quod occasionem erroris obtulit Marsilio, corallia inter plantas computandi; præsertim postquam vermium brachiola, aut capita, ut limaces solent, extrà casulas exporrecta, quasi flores essent arboris marini, videre sibi visus fuit.

565 Demum animalia à nascendi modo in *ovipara*, ac *vivipara* tribuuntur. *Ovipara* incubatione, aut calore ova fovent, ex quibus proles, maturato foetu, excluduntur; nec enim omnia *ovipara* ovis incubant: at in loco conveniente collocata, alieno calori fovenda permittunt, ut testudines, pulices, cetera. *Vivipara* foetus vivos edunt, gestatione in utero incubationis vices gerente. Equidem gestatio in *viviparis* non est nudi corporis in utero educatio; at involucris corpusculum tegitur, intra quæ proles formatur, increscit, perficitur. Itaque non injuria dixeris, omnia animalia ex ovo generari. Discrimen unum est, quod *vivipara*, rupto in materno viscere ovo, foetus edunt nudos; *ovipar* putamine involutos partus calore postea formandos, alendos, maturandos educunt, ob fines sapientissimè ab Auctore supremo sibi præfixos, quos rimari difficile non est attentè naturam contemplanti.

## §. II.

*Animalium, ac præcipuè humani corporis structura.*

566 Corporis animalis partes generaliore divisione consideratæ, sunt *fluida*, et *solida*, è quibus integra machina coalescit, mutuo sibi auxilio vicem rependentia, ut *fluida* nutritione foveant *solida*, hæcque illa contineant, ac promoveant. *Fluidæ* partes sunt *chylus*, *lac*, *sanguis*, *serum*, *lymphæ*, *spiritus animales*, *mucus* ad os,

ac nares defluens, qui pituita etiam audit, succus stomaticus, seu pancreaticus, et gastricus, saliva, urina, semen, bilis, ac humores diversi ex prædictorum fluidorum permixtione conflati.

567 Ex his peccuarii attentione digni sunt *chylus*, qui ex puriore alimentorum parte formatus, lac refert albedine, ac fluiditate: ex eo sanguis oritur, ejus colore circuitione per arterias, ac venas in rubrum commutato. Porro in sanguine *crûor* et *serum* præcipuè notantur, particulæ nempe rubræ, ac flavescentes, quæ in sanguine extrâ corpus emissæ, atque in vase condensato, distinguimus. In sero partes segregandæ per urinam, et sudorem continentur; imo pituita, ac lymphæ ex ipso etiam separantur.

568 Inter partes solidas discernere primum oportet *similares à dissimilaribus*: hæc à similibus proveniunt, quæ simplices in suo genere habentur: tales sunt *fibræ*, *arteriæ*, *venæ*, *nervi*, *membranae*, *cartilaginee*, *musculi*, *tendines*, *ligamenta*, *pinguedo*, *glandulae*, *ossâ*, *pili*, *ungues*. *Fibræ*, quæ reliquarum partium elementa dici queunt, sunt fila tenuissima, quæ aliarum, quas componunt, partium naturam induunt; quare carneas, nerveas, osseas, membranaceas etc. distinguere licet, prout fert partis indoles, quam conformant. *Arteriæ* sunt canales elastici, qui sanguinem è corde profluentem devehunt, continua pulsatione ipsius circuitionem adjuvantes, ut ad *venas* deferatur; quæ sunt flexibiliores canales in plurimos divisi ramos, à quibus sanguis ad cor restituitur, peracto per integrum corpus circuitu.

*Nervi* sunt, funiculi albicantes, fermè cylindrici; tenuissimis canalibus, ut plerisque aridet pertusi, quibus spiritus animales, ac succus nerveus deferuntur. Quadraginta nervorum paria recensentur, quorum decem à medulla cerebri oblongata, triginta alia à medulla spinali proveniunt; sive ut ait Caldanus in Institutionibus physiologicis: «ex cerebri et cerebelli medulla, ac præcipuè ex oblongata novem educuntur nervorum paria, satis nota, triginta verò paria ex medulla spinali.»

*Membranas* fibræ suprapositæ tamquam pelliculæ, aut lamellæ compingunt. *Cartilagine* ossibus molliores reliquas partes dūritie superant, suntque maximè flexiles, elasticæ, ac politæ. *Musculis* præsertim motus animalium perficitur: sunt enim textura quædam ex fibris, arteriis, nervis etc. communi involucre membranaceo protecta, quæ contrahitur, ac dilatatur facillimè. Musculi extremitates sunt *tendines*, et quasi musculi appendices, quibus ossibus annectuntur. *Ligamenta* os ossi connectendo præcipuè inserviunt. Quid, verò sint *ossa* omnibus satis notum est: *periostio* intus et extra convestiuntur, membrana scilicet, acutissimi sensus nervulis præcipuè intertexta, à quibus subtilis ille sensus derivatur, quum ossa penitus sensu destituantur, ut ceteræ partes, quæ nervis non accensentur, in quibus facultas inest sensationes ad cerebrum transmittendi. Ossa, dentibus comprehensis, ad 304 in corpore humano numerantur. Denique *glandulæ*, (ut *pinguedinem*, *pilos*, *ungues*



mittantur, omnibus abundè cognita) glandula inquam, humoribus à sanguine secernendis præcipuè inserviunt, suntque glomerosa quædam texturæ ex nervis, arteriisculis venulis agglomeratis et convolutis, undique tamen pertusis ad secretiones peragendas.

569 In partibus dissimilaribus primum consideranda veniant communia corporis integumenta, quæ sunt *cuticula*, *epidermis* græcè dicta, *cutis* et *membrana adiposa*. Epidermidem subtilissimam texit membrana innumeris foraminibus, quæ sunt corporis pori ad transpirationis materiam emittendam destinati. Epidermidis firmiter adhæret cuti, quæ infinitis ferme nervulorum, venarum etc. filamentis contextitur, in qua præcipua sedes coloris epidermidis residet; quoniam etiam in æthiopiis epidermis à cute separata alba conspicitur. Præterea etiam sensationis à papillis nervis ad cutem, seu *corpus reticulare* Malpighii pertinentibus, derivatur; cuticula enim prorsus insensilis vocatur, quæ detracta, sensitio vehemens oritur à levissimo etiam tactu producta. Cutis crassities diversa est pro animalium diversitate: imò in eodem corpore pro partium varietate crassitiem augeat, aut minuit. Cui adjacet membrana adiposa, innumeris loculamentis adipem includens, à sanguinis crassioribus particulis ibi depositis confectum.

570 Hæc communia integumenta peculiaris membra contingunt, quæ commoditatis causa in quatuor partes tribuantur: *caput* ser-

licet, *truncus*, *viscera* et *artus*: *brachia*, *erura* et *pedes* inter *artus* censentur. Quia omnes minusculæ partes reconsempus, quæ anatomie inspectioni subjacent, nec externas, quæ oculis ab omnibus usurpantur, *crurum* ovalem formè exhibens figuram extrinsecus quidem convexam, intus concavam, compaginis firmissimis *suturis* annexis coarsurgit. In cranii intima cavitate cerebrum residet, ubi jam descriptum, cum partibus ad peculiare sensus spectantibus, ac inibi sedem habentibus, prout occasio se obtulit illorum functiones explicandi: quare ad alias inferiores partes exponendas descendemus.

571. Colli pars anterior *jugulum* dicitur, posterior *vervix*: per collum reliqua membra cum cerebro communicant, *spina dorsalis* motiones ipsis impressus transferente. Porro *spina dorsalis* est columna ossea, flexilis, à collo usque ad antra protensa, et *vertebris* superimpositis constans, quibus illud nomen obtrigit, eo quod versatiles sint ad dorsalis inflexiones peragendas. *Vertebra* *os sacrum* annectitur, cujus appendix est *os coccygis*, ubi exploret *spina dorsalis* in hominibus; in animalibus vero caudatis cauda hujus ossis est productio. Ex præfatis et *vertebris* septem in collo, duodecim in dorso, reliquæ in lumbis sedem habent. Per *jugulum trachea*, sive *aspera arteria*, et *esophagus* faucibus adherent: prima ita dotata, quod aënis cartilagineis invicem connexis formetur, inspirationi ad expirationi servio, aëremque intromissum per *bronchia* seu ca-

nales duos, in quos discinditur, ad pulmones defert, postea in expiratione emittendum: Ab œsophago, seu *gula*, cibi, ac portiones ad ventriculum, seu stomachum transmittuntur, postquam in ore, dentibus, lingua, palato agentibus macerantur, ut sine offensione organi descendant in stomachum ulterius immutanda. Plures sunt fibræ, arteriæ, venæ etc. prædicta organa componentes, quarum enumeratio ad Anatomicos pertinet.

572 *Thorax* è *pectore* et *dorso* conformatur, lateribus utrumque connectentibus: exteriori costis, et dorsi vertebris, tamquam fulcris compingitur *pleura* intus circumvestitur; quæ est membrana levis, robusta textura donata, tensa costisque firmiter adhærens: thoracem in duas dividit partes, pulmones circumplectentes; quæ in longitudinem divisio *mediastinum* vocatur. Viscera præcipua consideratione digna in thorace contenta, sunt *cor*, *pulmones*, et *vasa sanguinea* singulatim describenda.

573 *Cor*, primum mobile machine animalis, è cujus alterna contractione, ac dilatione, quæ *systole*, ac *diastole* dicuntur, functiones vitales derivantur, est musculus, carnea substantia compactus, rubrum colorem referens, ad conoidæam figuram accedens, media plicatura a membrana, quæ *septum cordis* dicitur, in duas divisus partes A, B (fig. 44) quæ ventriculi cordis dicuntur, atque ab eorum positione *sinister* ac *dexter* audiunt, sinister quidem minor, sed capacior,

et firmior RB in postica thoracis parte situs est: dexter verò grandior, at mollior, et angustior AB ad anteriorem partem recedit; ita tamen ut cordis situs nonnihil ad sinistram pectoris regionem deflectat, ut ab ejus pulsationibus satis dignoscimus. In quolibet cordis ventriculo vasa duo, sanguinis circulo inservientia, notantur E, G, H, I: ex quibus sanguinem excipientia è corde profluentem arteriæ sunt G, I, valvulis instructæ, ne in diastole, seu dilatatione cordis, sanguis ad ipsum refluat; quod idem in venis accidit, in contractione regressum sanguinis in ipsas valvulis prohibentibus.

574 Sanguinis autem per integrum corpus circuitus hoc modo perficitur. In systole, seu contractione cordis sanguis per *arteriam pulmonarem* I dextri ventriculi ad pulmones mittitur, in duos primum divisa ramos, qui in plures subindè partiuntur: simul ex sinistro ventriculo magna arteria G *aorta* nuncupata, per duos canales, seu arterias, in quas dispescitur, sanguinem excipit distribuendum partim capiti per ramos aortæ ascendentes, partim cordi per *coronarias* quæ ipsi alendo nutrimentum deferunt. Arteriæ hujusmodi in minores ac minores ramos continenter divisæ, eò subtilitatis deveniunt, ut in arterias capillares tandem desinant, ubi venæ, sensu contrario semper augendo, incipiunt, quæ arteriarum cum venis conjunctio *anastomosis*, rectius *anastomosis* dicta, transmissioni sanguinis ex arteriis in venas deseruit. Nam venæ capillares ab arteriis pariter or-

ta, sensim dilatantur per insertionem in alias majores venas, ut rivuli in flumines solent, quæ demum in tres majores abeunt. *Vena* quidem, *porta* dicta, in hepate innumeros ramusculos venarum ex abdomine, seu infimo ventre, provenientes excipit, atque in *venam cavam* EF. exonerat, quæ demum in dextrum cordis ventriculum dilatationis seu diastoles tempore sanguinem deponit. Vena demum pulmonaris H ab arteriis sanguinem eodem modo recipiens, ad alterum cordis ventriculum diastoles tempore exonerat, iterum cursum incipiturum, à cordis contractione in arterias propulsandum.

575 In foetu, in utero materno concluso, res aliter se habet. Nam pulmonibus nondum aerem exoptinentibus, respiratio nulla esse potest ab inspiratione proveniens: quare circulus per arteriam pulmonarem non fit, sed sanguis per foramen ovale inter dextram ac sinistram cordis auriculas C, N situm, ac per canalem arteriosum, quæ duo in foetu tantum hæc functiones exercent, ad cor refluit: foetu vero in lucem edito, sanguinis circulus modo nuper descripto per pulmones fieri incipit: unde *foramen ovale* et *canalis arteriosus* occluduntur.

576 Schol. Sanguinis circulationem antiquis cognitam fuisse, contendunt plures. Mihi sanè librum de *Ira* legenti in Seneca perspicue videre visus sum sanguinis circulum descriptum, perinde ac si hoc tempore opus exarasset. Non adeo clarè rem indicare Tullius

in lib. de Div. cap. 52, innuere tamen videtur. «Num igitur censes ullum animal, quod sanguinem habeat sine corde esse posse?» Quid, quid autem sit de Græcis, ac Latinis, certum est inter Silesenses ab antiquis ductam temporibus hanc opinionem invaluisse. Contentio tota ad recentes Europæ litteratos, devolvitur, quum asserant plerique, ab Harveo Anglo, anno 1628 detectam fuisse, renuentibus alijs ac Fabio de Aquapendente, quem Harveus audivit Patavii, vel Cispalino, aut Paulo Sarpi inventionem asserentibus. Lampillas, ac Dutensius Michaeli Serveto, Hispano, ante prædictos cognitam fuisse circulationem sanguinis contendunt. Dutensius quidem postquam toti antiquitati cognitam fuisse, continenti auctorum citatione probare conatus est, ad Servetum deveniens, ipsius verba in annotatione transcribit è libro de *Christianismi restitutione*, cujus unicum exemplar in Bibliotheca Ducis de la Valliere asservabatur, unde ipse desumpsit. A Serveti seu reves testimonio luculentissimè probatur, aut Harveum alioque ab ipso circulationem hausisse; aut quod ferè usuvenit, à pluribus idem inventum originem habuisse, ut de maculis solaribus, aliisque notum est, quin alteri ab alteris mutuaverint inventores. Legesia Dutensium Tom. 2, *De Origine inventionum recentibus additarum*, Part. 3, cap. 1.

1577. Integumento quodam, pericardium directo, cor protegitur. Est autem pericardium membranosum involucrum humore seroso ple-

num, cordis humectationi deserviens, illiusque motum faciliorem efficiens. Pericardium cum corde inibi incluso amplectuntur *pulmones*, plurali numero dicti, eo quod è duabus partibus, quas *lobos* appellant, hoc membrum compingatur. Eorum substantia spongiosa est, mollis innumeris vasis sanguineis, ac vesiculis intertexta, et ferè totum thoracem adimplens. E pulmonibus dexter majore mole donatur, atque in tres minores lobos dispescitur; sinister è duobus tantum lobis formatur. Omnibus notum est à pulmonum motu reciproco *respirationem* perfici, è cujus modificatione vox, et loquela proveniunt: quare secundum cor pulmones præcipuum functionum vitalium organum habentur.

578 Ab *sterno*, seu pectoris osse medio, totam ejus longitudinem occupante *diaphragma* incipit distendi, ut superiorem regionem thoracis ab infima ventris determinet, ad lumborum usque vertebrae protensum. Substantia carnosa, ac nervosa membranam diaphragmatis componit; quæ duobus foraminibus pertusa, aditum progrediendi præbet venæ cavæ ad sinistram laevis, oesophago ad dextrum.

579 *Abdomen* minimam regionem occupat, viscera complectens, quæ partis animalis seu vegetabilis munia obeunt, ut prædicta in thorace contenta vitales functiones exercent. *Peritonæum*, quod est flexilis, densa, et inaequaliter crassa membrana, totam abdominis cavitatem complet, ac pleraque viscera in eo contenta convolvit: ipsum tamen oesophagus per-

ineat è parte superiore; ab inferiore autem *intestinum rectum* transcendit.

580 Viscera insigniora in abdomine contenta, sunt *ventriculus*, seu *stomachus*, *intestina*, *mesenterium*, *omentum*, *lien*, *pancreas*, *jecur*, *renes*, *vesica*, et *partes genitales*. *Ventriculus* est sacculus membranaceus, elasticus, utrem utcumque referens, superiore orificio *oesophagò* connexum, è quo alimenta ab ore transmissa recipit, quæ jam immutata, per *pylorum* expellit, secretionibus factis in inferioribus vasis, ulterius promovenda per *intestina mesenterium*, ac reliqua viscera inferius posita. Sunt intestina canales vacui à pyloro descendentes, tortuosi, ac per mille anfractus ad anum usque pertingentes, ut fœces à secretionem rejectæ è corpore expellantur: Partes in intestinis à diversa figura diversis nominibus insignitæ sunt. *Duodenum* pyloro connexum est, quod à 12 digitis longitudinis nomen mutuavit, *jejunum*, à vacuitate ita dictum, quia vix receptam alimentum massam ulterius promovet, atque ad *ileum* longissimè protensum transmittit. Tria hæc intestina, aut ejusdem diversa conformatio, *tenuia* appellantur, eo quod exiliora sint inferioribus statim nominandis; quæ idcirco *crassa* dicuntur: suntque *cæcum*, ab ileo proveniens; *colon* amplitudine reliqua superans, è cuius irritatione dolores colici nomen habuere; ac *rectum*, quod ad anum pertingit, ductu recto descendens, ut fœcium expulsio facilius evadat.

581 *Mesenterium* est crassa, pinguisque membrana innumeris arteriisculis, venulisque



referta, quæ intestina tenuiora complectitur, uti sunt *venæ lacteæ*, seu emulgentes chylum usque ad *pequeti cisternam*, seu *recaptaculum* deferentes, ut inde ad venam, *subclaviam* dictam, sanguini commiscendus ascendat per *ductum thoracicum*, ac *vasa lymphatica*. *Omentum*, *epiploon* etiam dictum, est membrana satis crassa, et adiposa, intestina ac viscera contegens, ut molliter distendantur. *Lien*, seu *splen*, è sinistro ventriculi latere, hepatis contrapositus, quasi æquilibrii servandi causa, substantiam refert inter rubrum, ac nigrum colorem vasis innumeris contextam, quibus cum rene sinistro, diaphragmate, omento, ac pancreate communicat. *Pancreas* autem est glandula oblonga in parte ventriculi postica, à duodeno ad lienem protensa, in cujus medio canalis quidam notatur *succum pancreaticum* ad duodenum transmittens. *Jecoris*, seu *hepatis* substantia satis cognita in animalibus, rubro ad nigredinem accedente colore insignis, in duos lobos, seu partes, ut pulmones, dividitur. Jecoris munus præcipuum est bilem è vena porta à sanguine secretam recipere in vesicula *cystis* dicta, undè postea per *ductum cysticum* in duodenum descendit, ciborum concoctionem perfectura.

582 *Renos* phaseoli figuram referunt, in extremitate cõstarum, ubi lumbi incipiunt, collocati. Ex ipsis ductus, seu canales duo, *ureteres* appellati, ad vesicam usque procedunt, urinam ibi deposituri. *Vesica* porrò est vas pyri formam induens, è qua, musculorum contractione sese contrugante, urina collecta, et re-

tenta ab *spinthere*, ne exeat injussa, exoneratur per *uretram*, seu canalem ad eam continendam destinatum. Huic etiam membra generationi inserta, seu partes genitales adjacent, pro sexus varietate diversa. In foeminis præter hæc hactenus descripta membra, *uterus* in infima ventris parte situs est, in quo foetus concipitur, alitur, ac tempore suo in lucem editur.

583. Demum *artus* sunt membra corporis quæ extra truncum protenduntur, ut *brachia* et *pedes*. In brachio humerus scapulis connectitur, qui est pars *lacerti* superior, cujus infima pars *cubito* aptatur, ubi brachium flectitur. A cubito ad *manum* os, *ulna* dictum, pertingit, cui alterum brevius, *radius* vocatum, adjacet. In manu *carpus*, *metacarpus* ac *digiti* insignes sunt: *carpus*, ubi incipit manus, *ulna* prominenter est: quatuor ossibus, ut etiam *metacarpus* seu *vola* manus, conformatus; è quo digiti originem ducunt, quorum nomina sunt *pollex*, *index*, *medius*, *anularis* et *auricularis*. In pede tres partes insigniores sunt; *femur*, *tibia*, ac *pes extramus*: *femur*, seu *crus*, trunco media coxendice annectitur, ipsique inseritur, osse firmissimo ad machinam sustentandam donatum, atque ad genu descendente; ubi *tibia* cruri articulatione connectitur, ut ferè lacerto respondeat *crus*, cubito ac *ulnae* *genu* et *tibia*, manui *pes*.

## §. III.

*De Digestione, ac Nutritio.*

584 Quæ de respiratione animali occurrerant dicenda, art. 175 præmissimus, ubi commodior illa explanandi locus se obtulit; aeris notionibus præjactis, melius intelligenda: quare tantum *digestio*, ac *nutritio* explicanda remanent, quæ animantium præcipuæ functiones sunt, machinam animale[m] augentes à conceptione ad statum perfecti incrementi, jacturam transpirationis omni tempore reparantes, ac mole[m], continua vitalium, atque animalium partium functione attritam, submisso nutrimento restaurants. Citò enim machina animalis dissolveretur, si detrimenta à respiratione (176), interno ac externo membrorum attritu, et nunquam interrupta transpiratione continenter accepta, subindè non repararet.

585 Cibus itaque dentibus incisoribus comminutus, molaribus contritus, saliva humectatus, ac in massam, lingua ac palato agentibus, conversus, per pharyngem ad œsophagum, atque indè in stomachum descendit, prævia illa præparatione ad fermentationem dispositus. Fermentatio in ventriculo pluribus de causis concipitur. 1. Saliva in cibo commixta optimè fermentationi deservit, ut in massa fermentum. 2. A ventriculi compressione, motu peristaltico facta, succus ex ipsius glandulis exprimitur, idcirco *gastricus* dictus, qui cibus sa-

liva jam ad fermentationem dispositis commixtus, ulterius fermentationem promouet. 3. Calor stomachi massam ita præparatam inueniens, in eam se insinuat, aerem rarefacit, qui è vinctulis mollecularum, in quibus complicatus jacebat, erumpens, cibum amplius adhuc attenuat. 4. Musculi abdominis, ac diaphragmatis comprimunt ventriculum, è cujus motu massa illa in eo contenta tandem ad formam lactis reducitur, prima, ut ita dicam, digestionem peracta.

586. Chylus hic crassior ad duodenum perlatus, à succo pancreatico, ac bile magis magisque attenuatur, fluidiorque efficitur, et purior ejus pars à venis lacteis emulgetur, quæ quum subtilissimæ sint, nonnisi purioribus, ac subtilissimis chyli particulis aditum patefaciunt; ceteris crassioribus intestinis permissis, per quæ pondere suo, ac viscerum motu vermiculoso, partibus oleosis, pinguibus, ac lubricis coadjuuantibus, usque ad intestinum rectum delabuntur suo tempore ejicienda, ob idque *excreta* seu *excrementa* dicuntur. Interea verò ab spinthere ani retinentur, ne injussa probantur; donec magna copia collecta, partim à pondere, præcipue verò à salibus, parietes intestini vellicantibus, animal ad illorum expulsionem sollicitant.

587. Diverso modo urinæ secretio perficitur; hæc enim sanguinis non chyli defæcatio est. Sanguis enim à chylo plurimis particulis salinis, nitrosis, sulphureis etc. inficitur, quæ ad renes delatæ, unà cum sero superfluo per-

volantur per glandulas ad id destinatas, è quibus per plures minusculos ductus ad ureteres deferuntur, qua ad vesicam fit transitus, ubi deponantur ab sphinctere retenta donec expellantur, eo modo quo de excrementis fieri antea monuimus. Monteirus tamen ex prompta post cibi sumpcionem urinae depositione, alios etiam canales ad vesicam aut ureteres urinam deferre suspicatur, quæ cibi depositio aut excretio sit, in prima digestionem peracta.

588 In varias abierant sententias physici, ut digestionis causam explicarent. Alii enim à tritu musculorum; alii fermentationi, aut solutioni; alii denique causis simul agentibus hanc functionem animalem tribuerunt. Præcipuam tamen ad digestionem virtutem à succo gastrico repetendam esse, experimenta ab Spallanzano instituta luculenter demonstrant. Hæc succo virtutem inesse *antisepticam*, seu corruptioni oppositam, idem auctor suis experimentis detexit. Et hæc quidem ad digestionem.

589 Nutritio autem sic perficitur: sanguis à chylis innumeris particulis inficitur, quæ quam nutritioni ineptæ sint, partim per urinam secernuntur, exterius emittendæ, partim transpiratione sensim ac sine sensu per poros abeunt, vasa deplentes superfluo humore, qui si persisteret, ea nimium oneraret. Porro in humorum ac sanguinis circulatione è maioribus canalibus ad angustiores liquida continenter transiunt à supervenientibus subinde protrusa, ut ulterius progrediantur. In hæc majorum, ac minorum canalium vix interrupta expansione

plurimæ particulae abraduntur, ad proinde cum reliquo fluido permixtae abeunt, in secretionem ope transpirationis expellendæ per poros, aut alios meatus secretorios. Perspicuum itaque fit, machinam animalem interno attritu perituram, nisi partes abrae subinde nutritione reparentur novarum partium adjunctione.

590 Maxima autem difficultas in eo vertitur, ut novarum particularum copulatio ad leges Physicæ explicetur, quod non parum negotii facessere vaudit fabricari debent, qui nulli addicti systemati, rem, reposito partium errore, considerant. Qui ad affinitates peculiare recurrunt, atque ad Anaxagoræ partium similiarium (Phys. gen. 28) opinionem accedunt, faciles sibi aditus aperiant ad difficultatem enodandam. Nam partes alimentorum similes cum aliis similibus ab affinitate copulantur: unde substantia ossea ex alimentis in chylum, atque inde in sanguinem delata, ad ossa deveniens, ab affinitate cum illorum substantia eisdem adfuit. Quod pariter dicendum venit de reliquis corporis membris à sanguine enutritis: unde partes deperditæ hoc modo restaurantur.

591 Quidquid autem sit de hujusmodi affinitate, quæ si minus vera naturæ lex sit, certè percommoda est ad plures effectus explanandos, illud à Boerhavio assertum simile verò existere, non inficiabor: materiam nimirum proximè nutritioni inservientem esse *succum nervæum* aut ipsi simillimum, qui una cum sanguine elaboratus, cum ipsoque per totum corpus decurrens, atque in exilissima etiam vasa pene-

trans; deperdita elementa restaurat: aut si corpus augmenti capax sit; ut à conceptione ad adolescentiam augeri videmus; molem etiam promovet nutritione.

592 Equidem ab experimentis à Malpighio in ovo incubato captis; indubium videtur, in ovo substantiam nutriciam albumen esse, aut humorem maximam partem albumen componentem; à quo *punctum saliens*, sit dictum, quia in ovo ab illo motus incipit vitalis, continenter alitur, crescit, atque ad maturitatem perducitur. Porro in sanguine humor, etiam huic simillimus deprehensus est: qui postquam perfectè elaboratus à continua secretionē, ac motu circulationis sanguinis fuerit, eodem modo, ac albumen ovi, ad ignem concrescit, albumque colorem induit.

593 Huc adde substantiam corporis solidam maximam partem nervosa materia componi. Vasa enim, fibræ, muscoli, membranæ, cartilaginee, ossa, si partes liquidas, quæ majorem partem ipsa componunt, seposueris, exigua pars residua in nervosam materiam resolvitur, ita ut elementarem substantiam corporum materiam nerveam jure dicere possis. Quare his veris stantibus, nutritio animalis, quemadmodum illius à conceptione incrementum, ab hac nervea materia in sanguine elaborata, ac per circulum in omnes etiam exilissimas partes membrorum transducta, repetenda esse videtur.

594 Ceterum à primis fœtus incrementis substantia hæc penè fluida sensim incipit concrecere, ita ut in infantibus recens natis vel ossa

mollia adhuc sint, nedum flexibilia alia membra, quæ in adulta ætate ossibus molliora notantur, qui status planè indicat, substantiam nervosam quotidie magis magisque concreescere, tum adjunctione aliarum partium de novo advenientium, tum etiam calore sensim, ut in ovi albumine fit, indurante. Idcirco membra etiam mollissima sensim ætate rigescunt, donec, corpore senescente, cartilagines, muscoli, membranz etc. duriora, velut ossea materia evadant, ac motui resistent, transitumque substantiæ nutrienti pepitus interoludant.

595 Corol. Indubium itaque fit, machinam animalem etiamsi nullo morbo tentaretur, neque extrinsecus causa aliqua ejus dissolutionem sollicitaret, ab intrinseca constitutione aliquando tandem corruptum iri. Etenim substantia illa tenuissima, quæ foetum in utero, ut pullum in ovo alere incipit, sensim auget, atque ad perfectam maturitatem perducit, altumque postea nutritione conservat, simul etiam disponit, ut iisdem gradibus ad eum interitum deveniat; quod alio sensu à regula juris adhibitum, hic etiam tenet effatum: *per quascumque causas res nascitur, per easdem dissolvitur*. Sapiientissime id quidem à divino Opifice, ut cetera alia, in vegetantium, animantiumque ævo dispositum fuit, ut, æquis passibus et eorum conservatio, et interitus, procederent, ac rerum vicissitudo, unusque in alteram transformatio, quæ universi perennitatem conservat, animantium, ut omnium etiam, quæ mundus alit, sit initium, et finis.



596 Ceterum tam digestionis, quam nutritionis in omnibus animalibus non eadem est ratio: quoniam plurimæ sunt in ipsis dentium, ventriculi, ac intestinorum varietates. Magnam tamen analogiam inter dentium numerum ac dispositionem, et formam ventriculi intercedere, refert Auctor *Elem. Phys. ad Subalpinos*, quod à Buffonio fortassè mutuavit. Nam quadrupedes, qui dentibus incisivis in utraque maxilla sunt instructi, ventriculum membranaceum, ut homines, habent. Qui dentes incisivos in maxilla inferiore tantum obtinent, ruminantia sunt, quadruplicique stomacho gaudent; ac ut plurimum cornibus instructi apparent, ut pecudes.

597 Aves etiam valde differunt à dispositione ventriculi. Nam carnivoræ membranaceo ventriculo instructæ sunt, in quo ope potentissimi succi gastrici in aliquibus avibus etiam ossa solvantur, quæ etiam metalla duriora, ut struthiocamelus ferrum, ab ipsis digesta comperimus. Admirandum tamen est, observante Reaumurio, potentissimum hoc menstruum semina, imò et fructus intacta relinquere: dum granivoræ citissime ab involvie prius macerata, ventriculo muscuto dissolvant.

598 Enimvero in vermibus adeo irregularis est ventriculus, ut polypi totum corpus in hoc membrum transformatum esse videatur. Sunt enim ad modum sacci formati polypi, eademque apertura, qua cibos ingerunt, regerunt facies postquam celerissima digestionem, fortasse per totum corpus distributa, quum nullam

peculiare membrum ad id destinatum in ipsis observetur, alimenta dissolverint. Nutritio enim celerrima est, apparetque in granulis coloratis per totum polypi corpus latè dispersis. Qui plura de hoc argumento velit, Spalanzani, ac Bonnetum adeat, qui plura et utilia et curiosa congegesserunt ad regnum vegetabile et animale præcipuè spectantia. Nobis satis hæc erunt pro institutionibus elementaribus philosophiæ, quas tamquam pignus memoriæ ac amoris ad concives nostros mittimus, à quibus medio ferè orbe disternamur.

## FINIS TOMI QUARTI.

## INDEX

## CAPITUM.

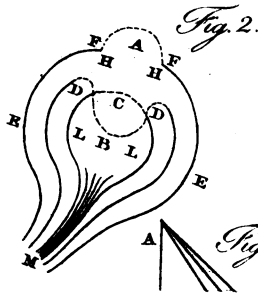
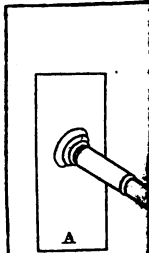
<b>P</b> hysicæ particularis Prolegomena.. pag.	3
Dissertatio I. <i>De lumine</i> .....	5
Caput I. <i>De Natura luminis</i> .....	5
§. I. <i>De Luminis substantia, ac propa-</i> <i>gatione</i> .....	5
§. II. <i>De Natura luminis</i> .....	10
Argumenta contra lucis theoriam.....	23
Caput II. <i>De Reflexione luminis in cor-</i> <i>poribus opacis</i> .....	32
Caput III. <i>De Coloribus</i> .....	41
Caput IV. <i>De Optica seu visione directa</i> .....	56
§. I. <i>Descriptio oculi, ac principia visio-</i> <i>nis exponuntur</i> .....	56
§. II. <i>Phænomena quædam optica expo-</i> <i>nuntur</i> .....	66
Caput V. <i>De Lucis reflexione, seu Catop-</i> <i>trica physica</i> .....	78
§. I. <i>De Causa reflexionis luminis</i> ....	78
§. II. <i>De Reflexionis legibus</i> .....	86
§. III. <i>De Speculis planis</i> .....	90
§. IV. <i>De Speculis convexis</i> .....	93
§. V. <i>De Speculis concavis</i> .....	96
Caput VI. <i>De Lucis refractione, seu Diop-</i> <i>trica</i> .....	102
§. I. <i>De Causa refractionis lucis</i> .....	102
§. II. <i>De Legibus refractionis</i> .....	105
§. III. <i>Phænomena refractionis expo-</i> <i>nuntur</i> .....	109

§. IV. <i>De Lentibus convexis</i> .....	112
§. V. <i>De Lentibus concavis</i> .....	116
§. VI. <i>De Machinis dioptricis</i> .....	118
sert. II. <i>De Aere</i> .....	127
Caput I. <i>De Aeris natura, ac proprietatibus</i> .....	128
Caput II. <i>De Fluidis aeriformibus</i> .....	141
§. I. <i>Notiones præliminæres exponuntur</i> .....	141
§. II. <i>Classes fluidorum elasticorum describuntur</i> .....	144
§. III. <i>Bases, seu Radicale fluidorum elasticorum</i> .....	146
§. IV. <i>De Fluidis aerem atmosphæricum constituentibus</i> .....	149
§. V. <i>De Gas acido-carbonico, sive aere fixo</i> .....	160
§. VI. <i>De Aere inflammabili, sive gas hydrogênio</i> .....	164
Caput III. <i>De Atmosphæra terrestri</i> .....	169
Caput IV. <i>De Sono</i> .....	178
§. I. <i>De Sono, prout à corpore excitatur</i> .....	179
§. II. <i>De Soni propagatione</i> .....	183
§. III. <i>De Soni velocitate, ac intensitate</i> .....	190
§. IV. <i>De Tonis, seu sono gravi et acuto</i> .....	191
§. V. <i>De Soni reflexione</i> .....	203
§. VI. <i>De Organo vocis</i> .....	207
§. VII. <i>De Organo auditus</i> .....	212
Caput Ult. <i>De Meteoris æreis, seu Ventis</i> .....	220
§. I. <i>De Ventorum in diversis regionibus varietate</i> .....	220
§. II. <i>De ventorum causa</i> .....	223
§. III. <i>De Ventorum celeritate, ac utilitatibus</i> .....	229

<b>Dissert. III. De Igne.....</b>	<b>233</b>
<b>Caput I. De Natura, ac reliquis ad ignem         pertinentibus.....</b>	<b>235</b>
§. I. De Natura ignis.....	235
§. II. De Mediis, quibus actio ignis ex- citatur.....	245
§. III. De Ignis propagatione.....	249
§. IV. De Ignis in corpora agentis ef- fectibus.....	253
§. V. De Modis, quibus ignis propaga- tur, aut extinguitur.....	259
<b>Caput II. De Frigore.....</b>	<b>261</b>
<b>Caput III. De Igne electrico, seu Electri-         citate.....</b>	<b>265</b>
§. I. Electricitatis notiones prævisæ tra- duntur.....	268
§. II. Phænomena electrica exponuntur.....	272
§. III. Opiniones de Electricitate expen- duntur.....	280
§. IV. De Electricitate atmospherica ..	292
<b>Appendix De Electrophoro et Electrometro.....</b>	<b>299</b>
<b>Appendix De Electricitate animali.....</b>	<b>303</b>
§. I. De Electricitate artificiali in motu musculari.....	304
§. II. De Electricitate atmospherica ..	307
§. III. De Viribus Electricitatis anima- lis in motu musculari.....	309
<b>Caput IV. De Meteoris igneis.....</b>	<b>320</b>
§. I. De Meteoris frequentius observatis.....	320
§. II. De Aurora Boreali.....	323
<b>Dissert. IV. De Aqua, et de iis, quæ ad         aquam pertinent.....</b>	<b>338</b>
<b>Caput I. De Natura aquæ in statu flui-</b>	

	535
<i>ditatis</i> .....	339
Caput II. <i>De Fontium origine</i> .....	346
Caput III. <i>De Mari ejusque affectionibus</i> .....	364
§. I. <i>De Maris salugine, ac profunditate</i> .....	364
§. II. <i>De Maris æstu</i> .....	373
Caput IV. <i>De Aqua concreta seu Glacie</i> .....	388
Caput V. <i>De Aqua in vapores resoluta</i> .....	396
Caput VI. <i>De Meteoris aqueis</i> .....	400
§. I. <i>De Meteoris non lucentibus</i> .....	400
§. II. <i>Meteora aquea lucentia</i> .....	409
Dissert. Ult. <i>De Globo terraqueo, et corpore</i> <i>ribus in eo contentis</i> .....	418
Caput I. <i>De Telluris superficie, ac structura</i> .....	418
Caput II. <i>De Montium origine et conformatione</i> .....	429
Caput III. <i>De Fossilibus</i> .....	440
§. I. <i>De Terris</i> .....	440
§. II. <i>De Succis, seu Materiis oleosis et salinis</i> .....	445
Appendix <i>De Gustu et Olfactu</i> .....	450
§. III. <i>De Lapidibus</i> .....	456
§. IV. <i>De Metallis</i> .....	458
Appendix <i>De Magnete</i> .....	461
Caput IV. <i>De Plantis</i> .....	471
§. I. <i>Plantarum descriptio, et distributio</i> .....	471
§. II. <i>Physica natura plantarum</i> .....	494
Caput Ult. <i>De Animantibus physicè consideratis</i> .....	509
§. I. <i>Animantium diversæ classes</i> .....	509
§. II. <i>Animalium, ac præcipuè humani corporis structura</i> .....	511
§. III. <i>De Digestione, ac Nutritione</i> ...	524

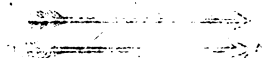








H.

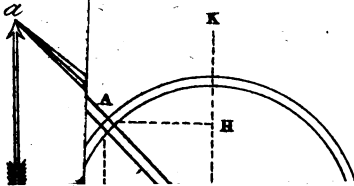


211111

class...  
...  
...  
...

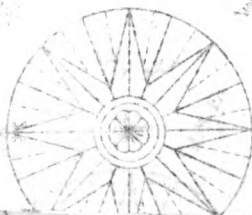
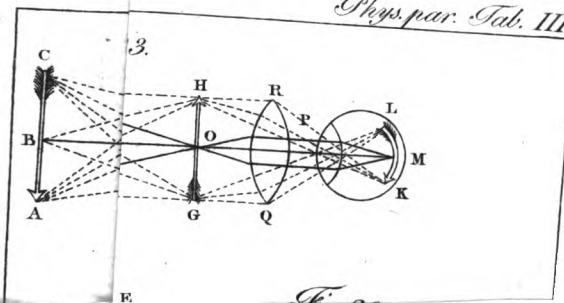


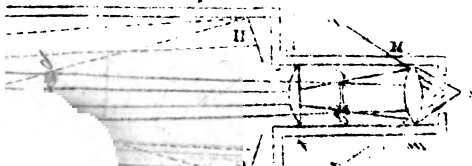
*Fig. 14.*



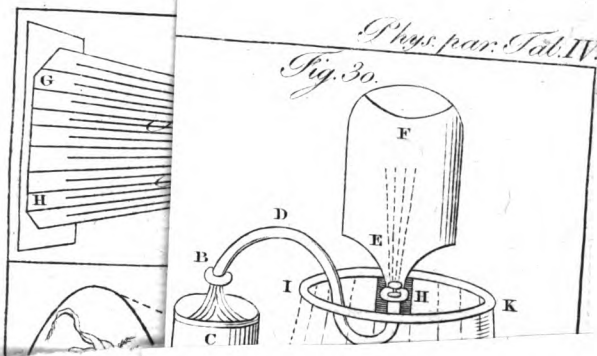


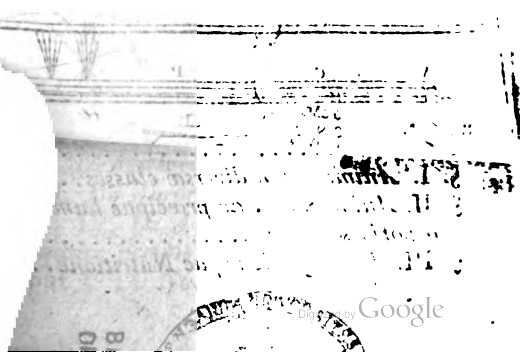
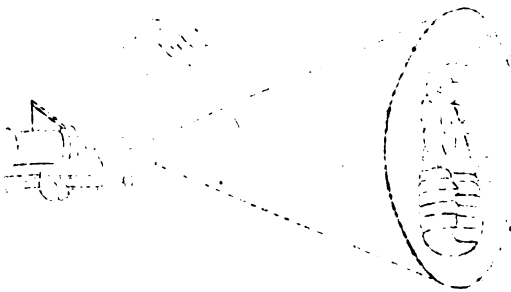
THE UNIVERSITY OF CHICAGO  
LIBRARY  
1100 EAST 58TH STREET  
CHICAGO, ILL. 60637  
Digitized by Google





*Fig. 30.*

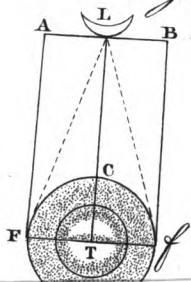




*Fig. 36*

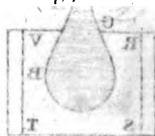


*Fig. 38.*





BIBLIOTHECA UNIVERSITATIS  
 1849



1. Annotatio de diversis classibus  
 2. II. Annotatio de principiis  
 corporis humani  
 3. III. De digestionis, ac Nutritionis

BIBLIOTHECA UNIVERSITATIS

















